

**MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA, PROSTORNOG UREĐENJA I GRADITELJSTVA**

**METODOLOGIJA PROVOĐENJA ENERGETSKOG PREGLEDA ZGRADA**

Zagreb, lipanj 2009.

# SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	2
1. 1. UVOD.....	5
2. ELEMENTI ENERGETSKOG PREGLEDA .....	7
2.1. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA ZGRADE I KARAKTERISTIKA UPRAVLJANJA POTROŠNJOM I TROŠKOVIMA ENERGIJE.....	8
2.1.1. PRIKUPLJANJE PODATAKA O ZGRADI.....	9
2.1.2. ANALIZA TOPLINSKIH KARAKTERISTIKA VANJSKE OVOJNICE ZGRADE.....	12
2.1.3. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA SUSTAVA GRIJANJA PROSTORA.....	14
2.1.4. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA SUSTAVA KLIMATIZACIJE I HLAĐENJA PROSTORA.....	15
2.1.5. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA SUSTAVA VENTILACIJE .....	16
2.1.6. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA SUSTAVA PRIPREME POTROŠNE TOPLE VODE.....	16
2.1.7. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA SUSTAVA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	17
Detaljnije prikupljanje i obrada podataka opisana je u poglavlju: 2.1.12. Analiza podataka o potrošnji i troškovima za energiju i modeliranje potrošnje energije.....	17
2.1.8. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA SUSTAVA ZA PROIZVODNJU TOPLINSKE I ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ALTERNATIVNIH IZVORA ENERGIJE	18
2.1.9. IZRAČUN POTREBNE TOPLINSKE ENERGIJE ZA GRIJANJE U SKLADU S HRN EN 13790 .....	18
2.1.10. ANALIZA POTROŠNJE SANITARNE VODE (neobavezno).....	18
2.1.11. PROVOĐENJE POTREBNIH MJERENJA .....	19
2.1.12. ANALIZA PODATAKA O POTROŠNJI I TROŠKOVIMA ZA ENERGIJU I MODELIRANJE POTROŠNJE ENERGIJE.....	23
2.1.13. ANALIZA SUSTAVA REGULACIJE I UPRAVLJANJA .....	25
2.2. ANALIZA I IZBOR MOGUĆIH MJERA POBOLJŠANJA ENERGETSKIH SVOJSTAVA ZGRADE .....	27
2.2.1. ANALIZA MOGUĆNOSTI ZAMJENE IZVORA ENERGIJE I KORIŠTENJA ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM .....	28
2.2.2. ANALIZA MOGUĆNOSTI POVEĆANJA TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE.....	28
2.2.3. ANALIZA MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA SVIH POSTOJEĆIH ENERGETSKIH SUSTAVA ZGRADE .....	31
2.2.4. ANALIZA MOGUĆNOSTI UGRADNJE UREĐAJA ZA KOMPENZACIJU JALOVE SNAGE.....	32
2.2.5. ANALIZA MOGUĆNOSTI SUPSTITUCIJE POSTOJEĆEG SUSTAVA RASVJETE S UČINKOVITIJIM RJEŠENJEM.....	32
2.2.6. ANALIZA MOGUĆNOSTI POSTAVLJANJA TERMOSTATSKIH VENTILA I RAZLIČITIH TERMOSTATSKIH GLAVA.....	33
2.2.7. UVOĐENJE KONDENZACIJSKOG I NISKOTEMPERATURNOG KOTLA	34
2.2.8. OPĆA NAČELA ANALIZE POTENCIJALA MJERA UŠTEDE TOPLINSKE ENERGIJE .....	35

<b>2.3. ENERGETSKO, EKONOMSKO I EKOLOŠKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA.....</b>	<b>36</b>
2.3.1. ENERGETSKO I EKONOMSKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA 37	
2.3.2. EKOLOŠKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA I METODOLOGIJA PRORAČUNA EMISIJE CO <sub>2</sub> .....	38
<b>2.4. ZAVRŠNI IZVJEŠTAJ O ENERGETSKOM PREGLEDU S PREPORUKAMA I REDOSLIJEDOM PRIORITETNIH MJERA.....</b>	<b>42</b>
<b>3. PRIMJERI UPITNIKA ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA I PROVOĐENJE ENERGETSKIH PREGLEDA.....</b>	<b>45</b>
<b>3.1. UPITNIK ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA O ENERGETSKIH         SVOJSTVIMA STAMBENIH ZGRADA .....</b>	<b>46</b>
<b>3.2. UPITNIK ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA O ENERGETSKIM         SVOJSTVIMA NESTAMBENIH ZGRADA .....</b>	<b>51</b>
<b>4. PRILOZI .....</b>	<b>58</b>
<b>4.1. VRSTE ENERGETSKIH PREGLEDA .....</b>	<b>58</b>
4.1.1. ENERGETSKI PREGLEDI PREMA OPSEGU I DETALJNOSTI PROVEDENOG ISTRAŽIVANJA .....	58
4.1.1.1. PRELIMINARNI ENERGETSKI PREGLED .....	58
4.1.1.2. DETALJNI ENERGETSKI PREGLED.....	59
4.1.2. ENERGETSKI PREGLEDI PREMA STAROSTI ZGRADE.....	60
4.1.2.1. ENERGETSKI PREGLEDI NOVIH ZGRADA.....	60
4.1.2.2. ENERGETSKI PREGLEDI POSTOJEĆIH ZGRADA.....	61
4.1.3. ENERGETSKI PREGLEDI PREMA SLOŽENOSTI TEHNIČKIH SUSTAVA 61	
4.1.4. ENERGETSKI PREGLEDI PREMA NAMJENI ZGRADE I KARAKTERISTIKAMA POTROŠNJE ENERGIJE.....	62
<b>4.2. OGRJEVNE VRIJEDNOSTI .....</b>	<b>63</b>
<b>4.3. PRETVORBENI FAKTORI.....</b>	<b>64</b>
<b>4.4. SHEMA TOKA ENERGIJE .....</b>	<b>65</b>
<b>4.5. FAKTORI PRETVORBE PRIMARNE ENERGIJE .....</b>	<b>66</b>
<b>4.6. FAKTORI EMISIJE CO<sub>2</sub>.....</b>	<b>67</b>
<b>4.7. NAJVEĆE DOPUŠTENE VRIJEDNOSTI KOEFICIJENTA PROLASKA         TOPLINE „U“ .....</b>	<b>68</b>
<b>4.8. PROJEKTNE VRIJEDNOSTI TOPLINSKE PROVODLJIVOSTI ZA NEKE         TOPLINSKO IZOLACIJSKE MATERIJALE, USPOREDBA RELATIVNIH         TROŠKOVA.....</b>	<b>69</b>
<b>4.9. VRSTE I TEHNIČKE KARAKTERISTIKE OSTAKLJENJA .....</b>	<b>71</b>
<b>4.10. KOEFICIJENTI PROLASKA TOPLINE ZA KARAKTERISTIČNE         GRAĐEVNE DIJELOVE.....</b>	<b>72</b>

4.11.	UČINKOVITOST KOTLOVA PREMA GORNJOJ OGRJEVNOJ VRIJEDNOSTI GORIVA.....	80
4.12.	UČINKOVITOST ELEKTROMOTORNIH POGONA .....	80
4.13.	GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA PLINSKE KOTLOVE S KONSTANTNOM TEMPERATUROM .....	81
4.14.	GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA ULJNE KOTLOVE S KONSTANTNOM TEMPERATUROM.....	82
4.15.	GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA KOTLOVE NA KRUTO GORIVO S KONSTANTNOM TEMPERATUROM .....	82
4.16.	GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA NISKOTEMPERATURNE I KONDENZACIJSKE KOTLOVE .....	83
4.17.	GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA TOPLINSKE PODSTANICE.....	83
4.18.	GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA MOTORNA TERMOENERGETSKA POSTROJENJA .....	83
4.19.	GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA DECENTRALIZIRANE UREĐAJE ZA PRIPREMU TOPLE VODE.....	84
4.20.	MJERENJE NEPROPUSNOSTI VENTILACIJSKIH KANALA.....	84
4.21.	HIGIJENSKI PREPORUČLJIVA IZMJENA ZRAKA U SATU I EMPIRIJSKE VRIJEDNOSTI ZA RAZLIČITE NAMJENE PROSTORIJA .....	85
4.22.	POTROŠNJA I POTREBNA TOPLINA NA POJEDINIM MJESTIMA POTROŠNJE TOPLE VODE .....	86
4.23.	POTREBNA KOLIČINA I TEMPERATURA VODE ZA ZGRADE RAZLIČITIH NAMJENA .....	86
4.24.	POTREBNA KOLIČINA I TEMPERATURA VODE U STANOVIMA.....	87
4.25.	POTROŠNJA TOPLE VODE U RESTORANIMA I HOTELIMA .....	87
4.26.	PROCJENE UŠTEDA KOMBINACIJOM MJERA U TEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE .....	88
4.27.	ODREĐIVANJE RAZREDA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI RASVJETE .....	89
4.28.	PRORAČUN POTREBNE KOMPENZACIJE JALOVE SNAGE .....	90
4.29.	RASPODJELA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO KARAKTERISTIČNIM UREĐAJIMA I BROJU STANARA .....	91
4.30.	GODIŠNJA POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA UREDSKU OPREMU PO RADNOM MJESTU I POVRŠINI PROSTORA.....	91

# 1. UVOD

Za izdavanje energetske certifikata nove ili postojeće zgrade potrebno je provesti energetski pregled zgrade u skladu sa člankom 28. Pravilnika o energetskom certificiranju zgrada. Svrha Metodologije je ujednačavanje dosadašnjih isustava.

Energetski pregled za potrebe energetske certifikacije zgrada uključuje analize navedene u čl. 28. Pravilnika o energetskom certificiranju zgrada s naglaskom na izračunu potrebne toplinske energije za grijanje i pripremu potrošne tople vode, koji se unosi obavezno u energetski certifikat, dok se ostali podaci za sada unose opcionalno.

Energetski certifikat se izrađuje na osnovu izračunatih energetske potreba zgrade za grijanje i potrošnu toplu vodu i provedenog energetske pregleda. Metodologijom provođenja energetske pregleda dan je način dobivanja potrebnih ulaznih podataka, te procedura aktivnosti koje se provode pri energetskom pregledu.

U postupku provođenja energetske pregleda analiziraju se toplinske karakteristike vanjske ovojnice zgrade i karakteristike tehničkih sustava s ciljem utvrđivanja učinkovitosti/neučinkovitosti potrošnje energije te donošenja zaključaka i preporuka za povećanje učinkovitosti. Energetskim pregledom se utvrđuje način korištenja energije te sustavi i mjesta na kojima su prisutni veliki gubici energije kako bi se odredile mjere za racionalno korištenje energije i povećanje energetske učinkovitosti.

Osnovni cilj energetske pregleda zgrade je prikupljanjem i obradom podataka o tehničkim sustavima zgrade dobiti uvid u energetska svojstva zgrade obzirom na:

- građevinske karakteristike u smislu toplinske zaštite,
- energetska svojstva sustava za klimatizaciju, grijanje, hlađenje, ventilaciju i rasvjetu,
- zastupljenost i energetska svojstva pojedinih grupa trošila,
- strukturu upravljanja zgradom te pristup korisnika energetskej problematici.

Na osnovu analize prikupljenih podataka odabiru se konkretne energetske, ekonomski i ekološki optimalne mjere energetske učinkovitosti za promatranu zgradu.

Dvije su osnovne svrhe energetske pregleda:

- analiza stanja i mogućnosti primjene mjera poboljšanja energetske svojstva zgrade i povećanja energetske učinkovitosti,
- osnovni alat u određivanju razreda potrošnje energije u energetskej certifikaciji zgrada.



*Slika 1: Prikaz toka provođenja energetskeg pregleda*

## 2. ELEMENTI ENERGETSKOG PREGLEDA

Osnovni elementi energetskeg pregleda **postojećih zgrada** za potrebe energetskeg certificiranja su:

1. analiza energetskeg svojstva zgrade i karakteristika upravljanja potrošnjom i troškovima energije
2. analiza i izbor mogućih mjera poboljšanja energetskeg svojstva zgrade
3. energetske, ekonomske i ekološke vrednovanje predloženih mjera
4. završni izvještaj o energetskeg pregledu s preporukama i redoslijedom prioriternih mjera

Osnovni elementi energetskeg pregleda **novih zgrada** za potrebe energetskeg certificiranja su:

1. analiza energetskeg svojstva zgrade i karakteristika upravljanja potrošnjom i troškovima energije – prema podacima iz projektne dokumentacije i uvidom u izvedeno stanje
2. završni izvještaj o energetskeg pregledu s iskazom podataka za izradu energetskeg certifikata

Za potrebe energetskeg certificiranja energetskeg pregledom se analiziraju svi tehnički sustavi zgrade, a izračunavaju se energetske potrebe za grijanje i potrošnu toplu vodu ( $Q_{H, nd}$  i  $Q_W$ ), prema stvarnim klimatskim podacima, koje se za sada obavezno unose u energetske certifikat, dok se ostale energetske potrebe unose samo opcionalno.

## 2.1. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA ZGRADE I KARAKTERISTIKA UPRAVLJANJA POTROŠNJOM I TROŠKOVIMA ENERGIJE

Analiza energetske svojstava zgrade obuhvaća:

- obilazak terena i prikupljanje potrebnih podataka,
- opći dio – kratki opis karakteristika upravljanja potrošnjom i troškovima energije, odgovorne osobe, financiranje troškova za energiju, sustav odlučivanja o investicijama u održavanje zgrade,
- analizu toplinskih karakteristika vanjske ovojnice zgrade,
- analizu energetske svojstava sustava grijanja prostora,
- analizu energetske svojstava sustava hlađenja prostora,
- analizu energetske svojstava sustava ventilacije i klimatizacije,
- analizu energetske svojstava sustava pripreme potrošne tople vode,
- analizu energetske svojstava sustava potrošnje električne energije – elektroinstalacije, rasvjeta, uređaji i ostala trošila,
- analizu energetske svojstava specifičnih podsustava (kuhinja, praonica i dr.),
- analizu sustava regulacije i upravljanja,
- analizu energetske svojstava sustava za proizvodnju toplinske i električne energije iz obnovljivih izvora energije (ukoliko takvi postoje na lokaciji),
- izračun potrebne toplinske energije za grijanje i potrošnu toplu vodu, u skladu s HRN EN 13790.

Cilj ove analize je prikupljanje potrebnih ulaznih podataka za izračun potrebne toplinske energije za grijanje i potrošnu toplu vodu, prema stvarnim klimatskim podacima, kako bi se proračunati podaci za  $Q_{H,nd}$ ,  $Q_W$ ,  $Q_{H,ls}$ ,  $Q_{W,ls}$ ,  $Q_H$ , mogli unijeti u energetske certifikat i izračunati potrebna toplinska energija za referentnu klimu.

Kada postoji opravdana sumnja u točnost ulaznih podataka potrebnih za izračun energetske svojstava vanjske ovojnice i tehničkih sustava, mogu se provoditi potrebna mjerenja:

- toplinskih gubitaka kroz vanjsku ovojnicu korištenjem infracrvene termografije, te mjerenje zrakopropusnosti (Blower Door Test), mjerenje toplinskog otpora,
- u sustavima klimatizacije, grijanja, hlađenja, ventilacije,
- elektroenergetskih parametara potrošnje električne energije – po trošilima ili podsustavima.



Za nestambene zgrade i stambene zgrade, kod kojih za to postoji mogućnost, u svrhu provjere ulaznih podataka potrebnih za izračun energetske svojstava, mogu se analizirati troškovi za energiju i po potrebi modelirati energetska potrošnja:

- troškovi za električnu energiju i karakteristike potrošnje,
- troškovi za toplinsku energiju i karakteristike potrošnje,
- troškovi za sanitarnu vodu i karakteristike potrošnje.

### **2.1.1. PRIKUPLJANJE PODATAKA O ZGRADI**

Prije započinjanja energetskeg pregleda potrebno je prikupiti osnovne podatke o zgradi kako bi se pretpostavili karakteristični građevni dijelovi vanjske ovojnice i energetske sustavi i uređaji koje je potrebno pregledati i analizirati.

Svi prikupljeni podaci moraju se dokumentirati i prikupiti u izvještaju. Kao pomoć za prikupljanje podataka pri energetskeg pregledu, u prilogu ove metodologije dani su formulari i upitnici, koje su dani informativno.

Pri obilasku zgrade prikupljaju se slijedeće informacije:

- opće karakteristike zgrade kao što su površine prostora, broj korisnika, detalje građevnih dijelova vanjske ovojnice, orijentaciju zgrade, opis elemenata vanjske ovojnice i drugo
- detaljniji opis namjene i režima korištenja,
- raspoloživu projektnu dokumentaciju iz koje su vidljive toplinske karakteristike vanjske ovojnice, te površine i raspored prostora,
- opće tehničke karakteristike uređaja i sustava potrošnje energije, uvjete i parametre korištene pri projektiranju,
- račune za potrošenu energiju optimalno za razdoblje od 36 mjeseci koji prethode pregledu.

Za svaku analiziranu zgradu potrebno je navesti karakteristike lokacije, te raspoložive meteorološke podatke za lokaciju. Potrebno je utvrditi stvarne klimatske podatke prema Prilogu E Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinske zaštiti zgrada (NN 110/08) kojim su dani: broj stupanj dana grijanja  $SD$  [Kd/a], broj dana sezone grijanja  $Z$  [d], srednja vanjska temperatura u sezoni grijanja  $\Theta_e$  [°C]. Dodatno, uz klimatske podatke, potrebno je navesti unutarnju projektnu temperaturu u sezoni grijanja  $\Theta_i$  [°C], koja treba biti usklađena s HRN EN 12831:2004 – Dodatak D.2, Projektne unutarnje temperature zraka u prostorijama. Iste podatke je u energetskeg certifikatu potrebno navesti za referentnu klimu – kontinentalnu ili primorsku zonu.

Na temelju prikupljenih podataka u uvodnom dijelu izvještaja o energetskeg pregledu potrebno je opisati namjenu i način korištenja zgrade, broj osoba u zgradi (broj zaposlenih ili broj korisnika), uporabu tijekom dana (radno vrijeme u danu, tjednu i godini), godina izgradnje (tko su projektanti i izvođači), godina i opis zadnje obnove (što je obnovljeno), kratak građevinski opis

zgrade (orijentacija, oblik, broj etaža, površina, obujam, rekonstruirani dio, specifičnosti), navesti podatke o korištenim sustavima (grijanja, hlađenja, klimatizacije, ventilacije, rasvjete i pripreme potrošne tople vode - izbaciti ili dodati ako zgrada sadrži još nešto drugo kao npr. uporaba obnovljivih izvora energije), navesti specifične opaske o zgradi (npr. napomene korisnika). Osim navedenih podataka ovisno o zgradi (vrsti, namjeni, lokaciji) upitnik može sadržavati i druge podatke.

Pri prikupljanju ulaznih podataka treba obratiti pažnju na karakteristike pojedinih tehničkih sustava:

- pobrojati najznačajnija pojedinačna trošila i grupe trošila koje se nalaze u pojedinom objektu (npr. rasvjeta, grijalice, klimatizacija, kućanski aparati...),
- opis tehničkih karakteristika trošila ( npr. ukupna instalirana snaga pojedinih grupa trošila),
- karakteristike elektroenergetskog priključka (naponska razina preuzimanja, priključna snaga, broj i tip brojila i sl.),
- podatke o cijeni električne energije (ugovor s opskrbljivačem odnosno tarifni model,)
- opis vlastitih električnih agregata, ako postoje,
- raspoložive podatke o radu i opterećenju pojedinih sustava – dnevna, tjedna, mjesečna, godišnja karakteristika potrošnje, dnevni dijagram opterećenja i sl.,
- sve podatke iz računa potrošnje električne energije – potrošnja radne energije po dnevnim tarifnim razdobljima, angažirana i zakupljena radna snaga, prekomjerno preuzetaj jalovoj energiji. Po potrebi se mogu vršiti mjerenja dnevnog dijagrama opterećenja – minimalno 5 a preporučeno 7 dana.

Za sustav potrošnje toplinske energije (sustav grijanja i pripreme potrošne tople vode) potrebno je navesti:

- opis sustava grijanja objekta (izvor topline, nositelj topline),
- ukoliko je izvor toplinske energije kotao – navesti vrstu kotla, nazivni toplinski učin kotla i temperaturni režim grijanja, korišteni izvor energije te osnovne dimenzije i materijal izrade dimnjaka,
- karakteristike toplinskih podstanica (ako su prisutne),
- odabrana ogrjevna tijela te njihov ukupno instalirani ogrjevni učin,
- podatke o mjerenju potrošnje toplinske energije,
- regulaciju sustava grijanja (centralna i lokalna),
- podatke o toplinskoj infrastrukturi – stanje instalacija, mreža, dislociranost opskrbe,
- opis sustava pripreme potrošne tople vode,
- raspoložive periodičke karakteristike potrošnje toplinske energije – dnevna, mjesečna, godišnja, sezonske karakteristike, prema medijima.

Za sustave hlađenja, ventilacije i klimatizacije potrebno je navesti:

- opis sustava klimatizacije,
- opis klima komore i rashladnog agregata, karakteristika klimatiziranih prostora za sustave pune klimatizacije,
- ukupno instalirani rashladni učin u objektu,
- karakteristike opreme – agregati, prosječni faktor hlađenja (engl. *coefficient of performance* – COP), instalacije sustava,
- karakteristike prisutnog ventiliranja prostora – infrastruktura, kapaciteti, potrebe,
- radna tvar u sustavu hlađenja.

Za sve sustave: podatke o radu opreme i sustava uključujući podatke iz mjerenih parametara: temperaturi, tlaku, strujanju, radnim satima i druge

- podatke o mjerama energetske učinkovitosti koje su već primijenjene ili se planiraju,
- podaci o korištenim priručnicima za rad i upravljanje, testiranjima i naručenim ispitivanjima.

Za potrebe provođenja energetske pregleda i/ili energetske certificiranja dijela zgrade koji čini samostalnu uporabnu cjelinu, vlasnici odnosno korisnici drugih dijelova te zgrade dužni su omogućiti ovlaštenim osobama provođenje energetske pregleda i energetske certificiranja zgrade, te im omogućiti pristup u sve dijelove zgrade i dati na uvid dokumente potrebne za provođenje energetske pregleda i energetske certificiranja tog dijela zgrade, prema članku 26. Pravilnika o energetske certificiranju zgrada. Upravitelj ili vlasnik zgrade najčešće raspolaže podacima o općim karakteristikama zgrade dok osoblje za održavanje vodi tehničke i radne podatke o opremi i sustavima. Podatke o troškovima za energiju u nestambenim zgradama javne namjene potrebno je zatražiti u računovodstvu tvrtke ili ustanove. Prema stavku 4. članka 24. Pravilnika o energetske certificiranju zgrada, vlasnik odnosno korisnik javne zgrade dužan je osigurati račune o potrošnji energije prema namjeni potrošnje (grijanje, hlađenje, i sl.) i vrsti izvora energije za period od najmanje tri protekle uzastopne godine.

## 2.1.2. ANALIZA TOPLINSKIH KARAKTERISTIKA VANJSKE OVOJNICE ZGRADE

Za postojeće zgrade često ne postoji dokumentacija o zgradi, te je potrebno temeljem poznavanja karakteristika gradnje u određenom vremenskom periodu, pretpostaviti sastav svih građevnih dijelova vanjske ovojnice i izračunati koeficijente prolaska topline  $U$ , za karakteristične dijelove vanjske ovojnice.

Potrebno je provesti analizu toplinskih svojstava građevnih dijelova zgrade u svrhu vrednovanja energetske svojstava zgrade i provođenja potrebnih izračuna za određivanje energetskog razreda zgrade (potrebni podaci se izračunavaju temeljem prikupljenih ulaznih podataka ili se očitavaju iz danih uprosječenih vrijednosti u prilogu ove metodologije).

Pri analizi vanjske ovojnice potrebno je prikupiti sljedeće podatke:

- oplošje grijanog dijela zgrade,  $A$  [ $m^2$ ],
- orijentacija i pripadajuća površina elemenata vanjske ovojnice zgrade (neprozirnih i prozirnih dijelova),
- obujam grijanog dijela zgrade,  $V_e$  [ $m^3$ ],
- ploština korisne površine zgrade,  $A_k$  [ $m^2$ ],
- ploština grijane površine zgrade,
- učešće ploštine prozora u ukupnoj ploštini pročelja,  $f$  [ $m^2/m^2$ ],
- oplošje hladnog dijela zgrade,  $A$  [ $m^2$ ],
- obujam hladnog dijela zgrade,  $V_e$  [ $m^3$ ],
- ploština hladne površine zgrade,
- obujam zgrade obuhvaćen ventilacijom, [ $m^3$ ].

Potrebna toplinska energija za grijanje ( $Q_{H, nd}$ ) ovisi o:

- toplinskim gubicima kroz vanjsku ovojnicu (neprozirne i prozirne dijelove),
- gubicima uslijed provjetravanja i/ili ventilacije,
- linijskim toplinskim mostovima,
- točkastim toplinskim mostovima,
- toplinskim gubicima prema tlu,
- toplinskim gubicima prema negrijanim prostorijama,
- toplinskim gubicima kroz ostakljene prostorije,
- toplinskim gubicima od Sunca i unutarnjih izvora.

Ukoliko se iz postojeće dokumentacije i pregleda zgrade na terenu ne može sa sigurnošću odrediti sastav građevnih dijelova vanjske ovojnice zgrade kao pretpostavka se uzimaju građevni dijelovi vanjske ovojnice karakteristični za razdoblje gradnje i pripadajući koeficijenti prolaska topline (tablica 4.10. u prilogu). Nije obvezno, ali se preporučuju provesti dodatna mjerenja

(infracrvena termografija) kako bi se pretpostavka ispitala i potvrdila te otkrile eventualne nepravilnosti građevnih dijelova koje mogu utjecati na preporuke u zaključku energetskog pregleda.

Za izračun potrebne energije za grijanje za stvarne klimatske podatke ( $Q_{H, nd}$ ) uzimaju se koeficijenti prolaska topline pojedinih građevnih dijelova vanjske ovojnice i njihove orijentacije. Kod stambenih zgrada analizira se energija potrebna za grijanje prema toplinskim karakteristikama vanjske ovojnice, površini i orijentaciji građevnih dijelova i obujmu grijanog prostora. Kod nestambenih zgrada javne namjene analizira se još dodatno potrošnja energije prema stvarnim troškovima.

Kod određivanja preporuka o povećanju energetske učinkovitosti potrebno je usporediti koeficijente prolaska topline pojedinih građevnih dijelova vanjske ovojnice s maksimalno dozvoljenim koeficijentima iz tablice 5. iz Priloga C Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinske zaštite zgrada (NN 110/08), primjer tablice je u nastavku. Za ostvarivanje veće razine energetske učinkovitosti potrebno je smanjiti toplinske gubitke kroz vanjsku ovojnicu odnosno dodatno smanjiti vrijednosti koeficijenta prolaska topline u odnosu na propisani minimum.

**Tablica 1: Primjer tablice - toplinske karakteristike građevnih dijelova vanjske ovojnice**

Građevni dio	Površina [m <sup>2</sup> ]	Koeficijent prolaska topline $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	Dozvoljeni koeficijent prolaska topline prema TPRUETZZ* [W/m <sup>2</sup> K]
Parapetni zid	390,0	1,23	0,60 / 0,45
Zabatni zid	352,0	2,35	0,60 / 0,45
Ravni krov	1.300,0	0,67	0,40 / 0,30
Pod na tlu	1.300,0	0,7	0,50
Pod kata iznad otvorenog prostora	97,0	2,07	0,40 / 0,30
Drveni prozor s izo-staklom	577,5	2,50	1,80
Čelične stijene izo staklo	36,15	3,50	1,80

\* Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti zgrada

Pri analizi vanjske ovojnice potrebno je analizirati sve građevne dijelove vanjske ovojnice prema vanjskom ili negrijanom prostoru, te prema tlu. Potrebno je analizirati i utvrditi da li postoje toplinski mostovi, kao i eventualna vlaga u konstrukciji. Isto tako potrebno je analizirati ostakljene elemente pročelja i zaštitu od sunca.

### 2.1.3. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA SUSTAVA GRIJANJA PROSTORA

Potrebno je prikupiti ulazne podatke za ustanovljavanje potrebne godišnje toplinske energije koji sadrže najmanje sljedeće:

- opis sustava
  - izvori toplinske energije (kotlovi, dizalice topline, toplana i drugo) – navesti ime proizvođača, tip, starost, te nosioc topline,
  - ukupni nazivni toplinski učin izvora topline [kW] – (nalazi se na natpisnoj pločici kotla odnosno u tehničkoj dokumentaciji),
  - sustav distribucije i ogrjevna tijela – opisati način prijenosa topline, medij te naznačiti vrstu ogrjevnih tijela za distribuciju topline u prostoru,
  - ukupno instalirani učin ogrjevnih tijela [kW], koji treba odrediti zbrajanjem pojedinih učina svih ogrjevnih tijela, ili naći podatak u tehničkoj dokumentaciji,
  - način regulacije – opisati regulaciju sustava grijanja sa svim karakteristikama, posebno regulaciju izvora topline (npr. vođenje po vanjskoj temperaturi), i posebno regulaciju ogrjevnih tijela (npr. sobni termostati, termostatski ventili),
- unutarnja projektna temperatura zraka u prostoriji u sezoni grijanja,  $\Theta_i$  [°C] – navesti podatak iz tehničke dokumentacije ili preuzeti iz važećih propisa za navedenu vrstu grijanog prostora,
- srednja vanjska temperatura zraka u sezoni grijanja,  $\Theta_e$  [°C] – za referentne klimatske podatke preuzeti iz Pravilnika o energetskom certificiranju zgrada (Prilog 7.) a za stvarne klimatske podatke preuzeti iz Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (Prilog E),
- broj dana grijanja tijekom godine – isti izvor kao i srednja vanjska temperatura,
- broj stupanj-dan grijanja – isti izvor kao i srednja vanjska temperatura,
- opće stanje i učinkovitost sustava – vizualnim pregledom ocijeniti opće stanje sustava, te potražiti eventualne podatke o mjerenju učinkovitosti kotla (npr. ispitivanje dimnih plinova),
- izračun potrebne toplinske energije  $Q_H$ .

#### 2.1.4. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA SUSTAVA KLIMATIZACIJE I HLAĐENJA PROSTORA

Potrebno je prikupiti ulazne podatke za ustanovljavanje potrebne godišnje energije za hlađenje koji se prikazuju tablično s detaljnim opisom sadržaja te načina izračuna, a sadrže najmanje sljedeće:

- opis sustava hlađenja
  - vrsta sustava klimatizacije (centralni ili lokalni),
  - za lokalne sustave klimatizacije potrebno je navesti radi li se o split sustavima, multi-split sustavima, kompaktnim prozorskim uređajima, drugome; potrebno je navesti broj jedinica (za eventualne multi-split sustave broj unutrašnjih i vanjskih), instalirani rashladni učin, te pojedinačne rashladne učine, da li pored hlađenja imaju i mogućnost grijanja te prosječan faktor hlađenja/grijanja (engl. *coefficient of performace* – COP),
  - za centralne sustave klimatizacije potrebno je navesti ukupno instalirani rashladni učin centralnog klimatizacijskog sustava, vrstu rashladnog agregata (rashladni agregat s kompresorom ili apsorpcijski rashladni uređaj) te tip, broj i snage (električne i rashladne) agregata, njihovu starost, korišteni energent (električna energija za kompresore, druga goriva i mediji za apsorbere), korišteni medij (voda, zrak, drugo) te način razvoda (dvocijevni ili četverocijevni), da li postoji mogućnost grijanja pored hlađenja, prosječni faktor hlađenja/grijanja, broj i smještaj rashladnih tornjeva, da li postoji akumulator rashladne energije („banka leda“) i koliki mu je učin, da li se primjenjuju načela povrata toplinske energije iz povratnog zraka (rekuperatori ili regeneratori topline); potrebno je navesti broj, tipične snage i ukupnu instaliranu rashladnu snagu terminalnih jedinica (ventilokonvektora ili drugih), te radnu tvar u sustavu hlađenja,
  - način regulacije, za centralne sustave opisati sustav regulacije rada rashladnih agregata i terminalnih jedinica, da li se izvodi prema unutarnjoj i vanjskoj temperaturi, da li je izvedena podjela razvoda na zone u zgradi (krila, etaže, itd.),
- prosječna vanjska temperatura zraka u sezoni hlađenja,  $\Theta_e$  [°C],
- unutarnja projektna temperatura zraka u prostoriji u sezoni hlađenja,  $\Theta_i$  [°C],
- razdoblje hlađenja tijekom godine (ako je raspoloživ, broj stupanj-dana hlađenja),
- godišnji gubici sustava hlađenja,  $Q_{c,ls}$  [kWh/a],
- godišnja potrebna energija za hlađenje,  $Q_c$  [kWh/a].

### **2.1.5. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA SUSTAVA VENTILACIJE**

Potrebno je prikupiti ulazne podatke za ustanovljavanje potrebne godišnje energije za ventilaciju koji se prikazuju tablično s detaljnim opisom sadržaja te načina izračuna, a sadrže najmanje sljedeće:

- opis sustava ventilacije,
- opis i veličina, u [m<sup>3</sup>], prostora koji se ventiliraju (npr. kuhinja, sportska dvorana, ...) te zahtjevi za izmjenom zraka,
- opis i veličina, u [m<sup>3</sup>], prostora koji se potpuno klimatiziraju te zahtjevi za kvalitetom (temperatura, vlažnost...) i izmjenama zraka,
- ukupna instalirana snaga [kW] i kapaciteti [m<sup>3</sup>/h] sustava ventilacije i klimatizacije, broj i tip klima komora, izvedenost povrata toplinske energije iz otpadnog zraka,
- godišnja potreba energije za ventilaciju,  $Q_{Ve}$  [kWh/a].

### **2.1.6. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA SUSTAVA PRIPREME POTROŠNE TOPLE VODE**

Potrebno je prikupiti ulazne podatke za ustanovljavanje potrebne godišnje energije za zagrijavanje potrošne tople vode koji sadrže najmanje sljedeće:

- način zagrijavanja potrošne tople vode (navesti izvor energije),
- obujam spremnika (nalazi se na natpisnoj pločici spremnika odnosno naveden je u tehničkoj dokumentaciji),
- temperatura na koju se zagrijava potrošna topla voda, [°C] – ukoliko nema mjerenja temperature, potrebno je procijeniti (trebala bi iznositi do 45 °C, zagrijavanje vode na višu temperaturu povećava gubitke u spremniku i razvodu sustava),
- godišnja potrošnja tople vode, [m<sup>3</sup>/a] – ukoliko nije provediv drugi način određivanja, uzeti empirijski podatak od 50 litara potrošne tople vode dnevno po osobi,
- ukupna instalirana toplinska snaga sustava za pripremu potrošne tople vode, [kW] - oznaka se nalazi na samom uređaju, ili podatak uzeti iz tehničke dokumentacije,
- udio izvora energije korištenih za pripremu potrošne tople vode – ukoliko nije provediv precizniji način određivanja, izračunati udio iz ukupne količine potrošenih energenata pomoću potrebne toplinske energije za pripremu potrošne tople vode, ogrjevnih vrijednosti energenata i učinkovitosti sustava,
- godišnja potrebna toplinska energija za zagrijavanje,  $Q_W$  [kWh/a].



### 2.1.7. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA SUSTAVA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Potrebno je prikupiti ulazne podatke za ustanovljavanje potrebne godišnje električne energije za sve grupe trošila električne energije (rasvjeta, klimatizacijski sustav, elektromotorni pogoni, elektronski uređaji (TV, Hi-Fi, PC), kućanski uređaji i aparati, električni bojleri i grijalice, i dr.).

U svrhu određivanja energetskog razreda zgrade, nije obvezno, ali je preporučljivo prikupiti podatke koji definiraju tip, količinu, profil rada i ukupnu nazivnu snagu [kW] svih grupa trošila, te po potrebi i ostale poznate veličine. Iz ovih podataka moguće je dobiti  $E_i$  (godišnju potrebnu energiju za rasvjetu - kWh) i specifičnu godišnju potrošnju rasvjete po jedinici površine [kWh/m<sup>2</sup>]. U okviru toga preporuča se definirati instaliranu rasvjetu po grupama (fluorescentna rasvjeta, rasvjeta izvedena sa žaruljama sa žarnom niti, halogena rasvjeta i sl.) po trajanju rada u satima (npr prosječno za svaku grupu), ukupnu instaliranu snagu po grupi i za cijelu zgradu (uključujući i predspojne naprave) te navesti i vrijednosti rasvjete za pojedine prostorije, kvalitetu rasvijetljenosti, troškove održavanja (životni vijek) i sl.

Kod prikupljanja podataka vezanih uz električne grijalice i bojlere te klimatizacijske uređaje, moguće je dobiti potrebne podloge za  $Q_{ve}$  (godišnja potrebna energija za ventilaciju). Potrebno je definirati nazivne veličine (npr. snaga, faktor snage, i sl) svake od spomenutih grupa, razdoblje rada, broj dnevnog/mjesečnog korištenja i sl. kako bi se mogli utvrditi udjeli u energetske bilanci i u vršnoj angažiranoj snazi (modeliranom ili mjerenom dnevnom dijagramu opterećenja). Potrebno je navesti i godišnju potrošnju i troškove električne energije, (kWh/a; kn/a) - iz ovih podataka moguće je dobiti podloge za sve pokazatelje vezane uz bilancu energije s udjelom električne energije, npr.  $E_{del}$  (energija dovedena tehničkim sustavima zgrade),  $E_{prim}$  (godišnja primarna energija).

Kod analiza energetike specifičnih podsustava (javne praonice rublja, kuhinje i sl.) uz navedene parametre potrebno je dodatno analizirati podatke specifične za pojedini proces – primjerice profil dnevnog/mjesečnog rada, broj obroka, broj i profil korisnika, tipične energente (plin, električna energija, para), specifičnosti uređaja, broj opranih setova rublja, tehnički kapacitet i sl.

Detaljnije prikupljanje i obrada podataka opisana je u poglavlju: 2.1.12. Analiza podataka o potrošnji i troškovima za energiju i modeliranje potrošnje energije

### **2.1.8. ANALIZA ENERGETSKIH SVOJSTAVA SUSTAVA ZA PROIZVODNJU TOPLINSKE I ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ALTERNATIVNIH SUSTAVA ENERGIJE**

Ukoliko se u sustavu grijanja koriste alternativni sustavi energije (obnovljivi izvori energije kao što su sunčeva energija, biomasa, geotermalna energija, te dizalice topline koje koriste okoliš kao izvor energije itd.), koji uz postojeći sustav grijanja djeluju kao dodatni sustav, potrebno je uz podatke o primarnom sustavu navesti i podatke o tome. Ova analiza je između ostalog potrebna kako bi se dobio udio obnovljivih izvora energije u potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje (druga stranica energetske certifikata stambenih i nestambenih zgrade, točka 2.2.7.)

Ako se koriste alternativni sustavi energije kojima se proizvodi električna energija (fotonaponske ćelije, kogeneracija, trigeneracija, agregat), te ukoliko se proizvedena električna energija distribuira u električnu mrežu, nije potrebno razmatrati energetske dobitke u bilanci. Ako se proizvedena električna energija troši u zgradi, potrebno je to navesti u bilanci (financijskoj i energetske) te je dodatno potrebno navesti tehničke podatke o sustavu.

### **2.1.9. IZRAČUN POTREBNE TOPLINSKE ENERGIJE ZA GRIJANJE U SKLADU S HRN EN 13790**

Temeljem provedene analize i prikupljenih ulaznih podataka o sastavu građevnih dijelova vanjske ovojnice zgrade izračunava se potrebna toplinska energija za grijanje i potrošnu toplu vodu za analiziranu zgradu, koja se unosi u energetske certifikat. Za nove zgrade očitavaju se podaci iz iskaznice potrebne toplinske energije za grijanje i hlađenje, te se uspoređuju s eventualnim razlikama uočenim prilikom energetske pregleda. Za postojeće zgrade provodi se izračun na temelju prikupljenih ulaznih podataka o energetske svojstvima analizirane zgrade.

### **2.1.10. ANALIZA POTROŠNJE SANITARNE VODE (neobavezno)**

Nije obavezno, ali prema želji naručitelja, može se analizirati i potencijal ušteda u potrošnji sanitarne vode (sva voda koja dolazi u zgradu koja ne mora nužno biti pitka voda – pojam pitke vode određen je Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, NN 47/08). Potrebno je prikupiti ulazne podatke za ustanovljavanje ukupne godišnje potrošnje sanitarne vode:

- definirati tip, količinu, profil rada izljevni mjesta; - potrebno je navesti sve izljeve prema tipu (slavine, tuševi, WC kotlići, pisoari, i sl.), broju, načinu korištenja (količina vode po

korištenju – prosjek) i broju korištenja u vremenskom razdoblju (dan/mjesec/godina). Potrebno je navesti i eventualnu potrošnju vode u tehničkim sustavima (rashladni tornjevi, ovlaživanje i sl.),

- definirati sustav opskrbe pitkom vodom (vodovod i slično) - način opskrbe, eventualni gubici, mogućnost uporabe kišnica i sl., tlakovi, kod višekatnica stanje tlakova na različitim etažama te regulacija tlaka po vertikalama i horizontalama,
- ispitati stanje hidrantske mreže (ukoliko je prisutna) i ustanoviti eventualne gubitke vode,
- godišnja potrošnja i troškovi vode, ( $m^3/a$ ;  $kn/a$ ) - iz ovih podataka mogu se dobiti podloge za sve pokazatelje vezane uz bilancu potrošnje i troškova za pitku vode na mjesečnoj i godišnjoj razini.

### **2.1.11. PROVOĐENJE POTREBNIH MJERENJA**

Kada postoji opravdana sumnja u točnost ulaznih podataka potrebnih za izračun energetske svojstava zgrade mogu se provoditi određena mjerenja. Mjerenja u energetskim pregledima nisu obavezna, ali mogu biti vrlo korisna za utvrđivanje nedostataka, potvrđivanje pretpostavki i ustanovljavanje potencijala ušteda.

Navedene su neke od najčešćih nerazornih metoda, a moguće je primijeniti i druge metode ukoliko doprinose prikupljanju ulaznih podataka i utvrđivanju energetske svojstava zgrade.

Napominje se da je mjerenje zrakopropusnosti obvezno jedino za nove zgrade.

### **METODA INFRACRVENE TERMOGRAFIJE**

Pri analizi i ustanovljavanju energetske stanja vanjske ovojnice zgrade moguće je koristiti i bezkontaktnu, nerazornu metodu termografskog snimanja intenziteta toplinskog zračenja u infracrvenom području. Nakon mjerenja ostaje trajan zapis - termogram čijom se interpretacijom dobivaju informacije o raspodjeli temperature po površini promatranog objekta. Problemi koje je moguće otkriti termografskim snimanjem su: nehomogenost materijala zida, neispravnosti ili nepostojanje toplinske izolacije, vlaga u konstrukciji, problemi ravnih krovova, toplinski mostovi, otvoreni propusti za zrak, fuge te koncentracija i/ili propuštanja instalacija u podu i zidu. Završni izvještaj sastoji se od opisa svrhe i cilja mjerenja i kratkog opisa provedenih radnji i dobivenih rezultata za svako ispitno mjesto. Zatim se termografske snimke analiziraju i sastavlja se zaključak s identifikacijom nepravilnosti i njihovim vrijednostima.

Snimanjem zgrade metodom infracrvene termografije te kasnijom stručnom interpretacijom moguće je brzo odrediti njezine građevinske i energetske karakteristike te stanje energetskih sustava. Mogućnost bezkontaktnog i daljinskog snimanja ukupnog temperaturnog polja površine promatranog objekta daje velike prednosti u odnosu na klasične analize građevnih dijelova vanjske ovojnice. Primjena je podjednako korisna na postojećim zgradama, zgradama pod zaštitom kao i novim zgradama. Nepravilnosti toplinskih karakteristika vanjske ovojnice zgrade rezultiraju u razlici temperature površine elementa.

U normi HRN EN 15603 metoda infracrvene termografije spominje se u dijelu analize toplinskih mostova na vanjskoj ovojnici zgrade, pri čemu se ističe kao jedna od metoda pronalaženja i identifikacije toplinskih mostova vanjske ovojnice zgrade.

Termografsko snimanje zgrade mogu provoditi samo stručnjaci koji su kvalificirani za primjenu metode infracrvene termografije.

## **ODREĐIVANJE PROPUSNOSTI ZRAKA KOD ZGRADA (Blower Door Test)**

Metoda stvaranja podtlaka ventilatorom je namijenjena za određivanje propusnosti zraka ovojnice zgrade ili njezinih dijelova. Može se koristiti za mjerenje propusnosti zraka zgrade ili njezinih dijelova zbog usporedbe sa: za pojedini građevinski element certificiran podatak o propusnosti zraka; za usporedbu relativne propusnosti zraka nekoliko sličnih zgrada ili dijelova zgrada; za otkrivanje izvora propusnosti zraka; za određivanje smanjenja propusnosti zraka u odnosu na stanje prije primijenjenih mjera. Ova metoda ne mjeri razinu ubačenog zraka u zgradu već se rezultati koriste za procjenu ubačenog zraka i dalje za proračun. Metodom stvaranja podtlaka mjeri se tok zraka kroz građevni dio vanjske ovojnice izvana prema unutra ili suprotno, a ispitivanje se završava izvještajem.

Za provođenje metode potrebno je poznavanje principa toka zraka i mjerenja tlaka. Idealni uvjeti su male razlike u temperaturi i male brzine vjetra. Moguća su dva načina provođenja ispitivanja: uvjeti za ovojnicu zgrade su kao i u razdobljima kada se koriste sustavi grijanja i hlađenja ili se svi otvori na ovojnici zgrade zatvaraju ili brtve. Metoda je korisna za provođenje energetskih pregleda jer na brz i jednostavan način ustanovljuje stanje ovojnice u smislu zrakopropusnosti, a provodi se obvezno, prema članku 23 Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi i toplinskoj zaštiti zgrada, na svim novim zgradama.

## **MJERENJE TOPLINSKOG OTPORA I TOPLINSKE PROHODNOSTI IN SITU**

Pri analizi i ustanovljavanju energetskog stanja vanjske ovojnice potrebno je ustanoviti sastav svih građevnih dijelova kako bi se proveo potreban izračun toplinskih gubitaka. Mjerenje

toplinskog otpora i toplinske prohodnosti može se provesti i na licu mjesta, u skladu s HRN ISO 9869:1998. Međutim, ovo je mjerenje moguća opcija ali za potrebe energetskog pregleda je prezahtjevna i preskupa metoda. Ipak, moguća je njena primjena na pojedinim detaljima vanjske ovojnice, kada se nijednom drugom metodom ne može ustanoviti sastav građevnog dijela.

## **POTREBNA MJERENJA U SUSTAVIMA KLIMATIZACIJE, GRIJANJA, HLAĐENJA I VENTILACIJE**

Osnovni zadatak sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije je postizanje toplinske ugodnosti. Da bi se potvrdilo postizanje ugodnosti u prostoriji poželjno je mjeriti slijedeće veličine: temperaturu zraka u prostoriji (na visini 1,5 m od poda), srednju temperaturu ploha prostorije, te vlažnost i brzinu zraka u prostoriji. Ukoliko je moguće može se mjeriti i razina buke u prostoriji.

U sustavima grijanja na izvoru toplinske energije mjere se tlak i temperatura polazne i povratne vode. Ukoliko je izvor toplinske energije kotao potrebno je mjeriti maseni protok goriva da bi se odredila količina topline unesena gorivom odnosno da bi se odredio stupanj djelovanja kotla direktnom metodom. Za kontrolu procesa izgaranja poželjno je mjeriti temperaturu i sastav dimnih plinova elektronskim analizatorom dimnih plinova iza dimovodnog priključka. Za ustanovljavanje učinkovitosti i funkcionalnosti sustava grijanja provode se mjerenja temperature i protoka nosioca topline u karakterističnim točkama razvoda, te na odabranim ogrjevnim tijelima. Na taj način se može zaključiti o otporima strujanja i o toplinskim gubicima u razvodu medija, te o učinkovitosti ogrjevnih tijela. Za ustanovljavanje lokalnih gubitaka vrše se kontaktna mjerenja temperature na odgovarajućim točkama razvoda. Ukoliko je izvedivo, može se provesti i termografsko snimanje razvoda ogrjevnog medija, uzimajući u obzir pogreške koje unose reflektirajuće površine. Mjerenje tlaka medija provodi se na najvišim i najnižim točkama razvoda. Za ustanovljavanje učinkovitosti cirkulacijskog sustava mogu se mjeriti pogonske karakteristike cirkulacijskih pumpi – protok, potrošnja električne energije i ustanovljenje radnih karakteristika.

Za ustanovljavanje izbalansiranosti sustava vrše se mjerenja protoka na glavnom izlazu iz kotla te po pojedinim granama razvoda i njihovim krajnjim ekstenzijama, u kontinuiranom pogonu cirkulacijskih pumpi.

Kod centralnog sustava klimatizacije mjeri se temperatura, vlažnost i protok zraka.

U sustavu hlađenja kod rashladnih agregata mjeri se temperatura kondenzacije i isparavanja rashladne radne tvari, te po potrebi i temperatura rashladnog medija na ulazu i izlazu iz rashladnog agregata.

## **MJERENJE PROTOKA ZRAKA U SUSTAVIMA ZA KLIMATIZACIJU, GRIJANJE, HLAĐENJE, VENTILACIJU**

Poznato je da se ispitivanje i regulacija protoka zraka, količine dobave i odsisa rade zbog postizanja projektiranih parametara u pogledu minimalnih higijenskih uvjeta, ili broja izmjena zraka ili potreba zračnog grijanja. Velika većina klima komora i ventilacijskih sustava upravlja se frekventnim regulatorima no ukoliko to nije slučaj za sve komore iznad  $7.000 \text{ m}^3/\text{h}$  potrebno ih je ugraditi. Ukoliko iz bilo kojeg razloga nije podešen protok zraka, dolazi do povećanja pada tlaka s kvadratom protoka zraka, odnosno do povećanje potrošnje snage s kubom protoka zraka, što naravno ima za posljedicu nepotrebno povećanje utroška energije.

Ovo mjerenje je također potrebno i zbog obveze današnjih sustava da posjeduju povrat toplinske energije, jer je u slučaju manjih protoka zraka od projektiranih, sama učinkovitost i ušteda energije na rekuperatoru/ regeneratoreu znatno smanjena. Također i mjerenjem temperatura zraka (ulaz/izlaz) možemo ustanoviti učinkovitost sustava za povrat topline i tvari.

## **MJERENJE NEPROPUSNOSTI VENTILACIJSKIH KANALA**

Ovo mjerenje je moguća ali za potrebe energetskog pregleda je prezahtjevna opcija. U današnjem načinu izvođenja ventilacijskih kanala, vrlo rijetko se nakon izvedenih radova ispituje u kojoj mjeri dolazi do propuštanja ventilacijskih kanala. Prema ASHRAE STANDARDU 111-1988 možemo vidjeti koliko su zapravo veliki gubici u slučaju nepotrebno propuštanja zraka kroz kanale jer potrošnja energije (kao što je rečeno) raste sa kubom promjene protoka zraka pa u tablici, danoj informativno u točki 4.20. priloga ove Metodologije, možemo vidjeti koliko je zapravo nepotrebno velika potrošnja energije, zbog povećanja snage motora u klima komori u odnosu na postotak propuštanja kanala.

## **MJERENJA ELEKTROENERGETSKIH PARAMETARA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE – PO TROŠILIMA ILI PODSUSTAVIMA**

Cilj mjerenja elektroenergetskih parametara potrošnje električne energije je snimanje dnevnog dijagrama opterećenja, tj. snimanje dnevne dinamike potrošnje električne energije, kako bi se smanjili troškovi vršne angažirane snage te eliminirali nepovoljni parametri (jalova energija, utjecaj harmonika, nesimetričnost opterećenja, padovi napona i sl.), odnosno kako bi se preciznije prepoznale potrebe korisnika. Minimalno razdoblje mjerenja je 5 dana, preporuča se 7 dana, a po potrebi i dulje.

Rezultati mjerenja (npr. dnevni dijagram opterećenja- $P_{\max}$ ,  $\cos\phi$ , nesimetričnost) daju uvid u karakteristike opterećenja i naponske prilike. Na osnovu toga mjerama energetske učinkovitosti može se utjecati na smanjenje vršne radne snage, prebacivanje dijela potrošnje u nižu tarifu ili kompenzaciju jalove snage, u cilju smanjenja troškova za električnu energiju.

## **2.1.12. ANALIZA PODATAKA O POTROŠNJI I TROŠKOVIMA ZA ENERGIJU I MODELIRANJE POTROŠNJE ENERGIJE**

Analiza troškova za energiju nije obavezna ali se može provesti za nestambene zgrade javne namjene, kako bi se usporedila stvarna potrošnja s izračunatim energetske potrebama zgrade.

Za definiranje stvarnog stanja energetske potrošnje, preporučljivo je kod svih energetskih pregleda, prikupiti podatke o troškovima energije, odnosno račune o potrošnji svih izvora energije i opcionalno vode za 36 mjeseci. To može biti korisno i kod stambenih zgrada iako nije obavezno. Podaci se dobivaju od strane stručnog osoblja vlasnika/predstavnik vlasnika zgrade, domara, iz energetskih računa, upitnika i stručnih procjena energetskih pregledatelja. Kako često postoje određena odstupanja u računima (obračunska razdoblja, neredovitost očitavanja, nepostojanje računa), pojedine vrijednosti se ponderiraju, modeliraju ili procjenjuju. Modeliranje se koristi i unutar pojedinog segmenta potrošnje (električna energija, plin, voda, i dr.) kako bi se razdvojili udjeli pojedine grupe potrošnje i definirali dominantni čimbenici; npr. rasvjeta, elektronički uređaji, klimatizacija, i sl. kod potrošnje električne energije ili raščlanjivanje udjela toplinske energije ili plina za grijanje, pripremu obroka i potrošne tople vode. Na taj način se dobiva jasnija slika potrošnje i režima rada svake podgrupe potrošnje, te njeni udjeli u dnevnom dijagramu opterećenja te ukupnoj energetskoj bilanci. S tim činjenicama se može ciljano, uz sve prethodno navedene parametre, nominirati mjere energetske učinkovitosti prema realnijim kriterijima.

Podaci o troškovima energije i energenata prikupljaju se kako bi se uspostavilo financijsko praćenje stvarnog troška za izvore energije, te paušalno kretanje potrošnje energije i vode (za neke račune se očitavanje brojila ne vrši mjesečno već jednom u više mjeseci, a za naplatu se uzima prosjek). Potrebno je uspostaviti vezu između potrošnje energije u odnosu na promjenu vanjske temperature, te u odnosu na namjenu i vrstu zgrade, kao i način korištenja. Za analizu potrošnje i troškova vezanih uz električnu energiju potrebno je prikupiti sve dostupne podatke o spomenutom sustavu. Najčešće se većina podataka može pronaći u postojećoj projektantskoj dokumentaciji, ugovoru o priključku objekta na elektroenergetsku mrežu i računima za potrošnju električne energije i računima za potrošnju/nabavku pojedinih izvora energije. Kako za starije zgrade postojeće stanje može bitno odstupati od projektiranog stanja, preporuča se da se ti podaci uzmu kao orijentir, a da se kroz energetski upitnik definira realno trenutno stanje. Također je potrebno i vizualno utvrditi stanje sustava, broj priključka/brojila, i sl.

Kod prikupljanja podataka u svrhu modeliranja potrošnje (i troškova) električne energije svih sustava opisanih u 2.1.7 potrebno je utvrditi najmanje sljedeće:

- tehničke karakteristike i karakteristike rada (nazivna snaga, faktor snage, životni vijek, učinkovitost, razdoblje rada, utjecaj na dijagram opterećenja, broj isključivanja/uključivanja, tip regulacije i sl.),
- sve energetske i ekonomske parametre (potrošnja i troškovi električne energije u višem i nižem dnevnom tarifnom razdoblju (VT i NT), angažirana vršna radna snaga, tarifni model i uvjeti zakupa snage (ugovor s opskrbljivačem), vrsta priključka, prekomjerno preuzeta jalova energija/ $\cos \varphi$ , i sl.),
- sve potrebne elemente potrošnje energije koji se mogu dobiti iz provedenih elektroenergetskih mjerenja (Ukoliko su instalirana brojila sa snimanjem dijagrama opterećenja podaci se mogu zatražiti i od HEP - Operatora distribucijskog sustava),
- sustave nadzora i upravljanja (nadzorni i upravljački sustav potrošnje električne energije, kompenzacija jalove snage (prekomjerno preuzete jalove energije), ograničavanje vršne angažirane radne snage/ ograničavače strujnog opterećenja (navesti vrijednost), upravljanje elektromotornim pogonom – *brzina vrtnje, regulacija tlaka i sl.*).

**Kod prikupljanja podataka za modeliranje potrošnje i troškova toplinske energije,** prvenstveno se promatraju načini korištenja energije te korišteni izvori energije. Korištenje toplinske energije kod zgrada se svodi na:

- grijanje prostora,
- pripremu sanitarne tople vode,
- procese pranja,
- obradu namirnica,
- druge specifične namjene (apsorpcijski rashladni uređaji, itd.).

Za te namjene se koriste plinovita i tekuća goriva, kruta goriva te električna energija. U analizi energetske sustava neke zgrade stoga je potrebno uočiti energetske podsustave prema gornjim načelima. U pogledu analize potrošnje toplinske energije prvenstveno se promatra razdioba prema korištenju energije, a u pogledu analize troškova prvenstveno prema korištenim izvorima energije.

Kod prikupljanja podataka je potrebno utvrditi:

- karakteristike potrošača:
  - grupe potrošača prema korištenim izvorima energije,
  - tehničke karakteristike (nazivne snage, životni vijek, učinkovitost,...), toplinskih agregata, ogrjevnih tijela i svih drugih potrošača topline,
  - radne karakteristike – razdoblja rada, opterećenja, sezonske karakteristike potrošnje, način regulacije,
- elemente troškova i potrošnje:
  - uvjete opskrbe i obračunavanja utrošenih energenata,
  - za opskrbu toplinskom energijom iz mreže – tarifne grupe, modele i elemente,



- sve energetske parametre koji se mogu iščitati iz računa – potrošnja izvora energije, zakupljena snaga (za toplinsku energiju),
- svi ekonomske parametre koji se mogu iščitati iz računa – cijene i troškove za izvore energije,
- podatke koji se mogu dobiti iz eventualnih mjerenja ili drugih ustanovljavanja potrošnje.

**Za analizu potrošnje toplinske energije potrebno je navesti najmanje sljedeće:**

- jedinična cijena izvora energije [kn/jed.] ( ako se analizira duže razdoblje može doći do promjene cijene, odnosno ako se analizira više objekata u širem području moguće su i različite jedinične cijene zbog različitih distributera izvora energije),
- potrošnja izvora energije – plinovitog, tekućeg i krutog goriva u naturalnim jedinicama kako bi se vidjela stvarna potrošnja bez obzira na promjenu cijene (na ukupnu cijenu izvora energije mogu utjecati i razni korekcijski faktori, dodatak za infrastrukturi i i sl. koje također treba navesti i odvojeno prikazati jer ni oni nisu uvijek konstantna veličina ili postotak),
- ukupan trošak i potrošnja izvora energije za toplinsku energiju (kn i naturalna jedinica) - kako bi se mogao usporediti s ostalim izvora energije te izračunati isplativost ulaganja za njegovo smanjenje.

**Za analizu potrošnje sanitarne vode potrebno je navesti najmanje sljedeće:**

- Zbog različitih uvjeta pojedinih opskrbljivača potrebno je navesti jediničnu cijena sanitarne vode [kn/m<sup>3</sup>], uključujući sve doprinose, razlike u cijeni tijekom godine (npr. ljeto/zima ili s obzirom na profil kupca) i sl. te potrošnju sanitarne vode [m<sup>3</sup>] na svim brojlilima u zgradi. Potrebno je navesti ukupan trošak za sanitarnu vodu [kn] kao trošak gore navedenih parametara uvećan za PDV, zatezne kamate, opomene i sl.

### **2.1.13. ANALIZA SUSTAVA REGULACIJE I UPRAVLJANJA**

Potrebno je prikazati podatke koji se prikupljaju prilikom analize svih elemenata za upravljanje tehničkim sustavima zgrade. Opisati centralni sustav regulacije i upravljanja energetikom, ukoliko je izveden za cijeli objekt ili za pojedine cjeline.

Bitni potencijali ušteda u nestambenim zgradama leže u regulaciji i centralnom nadzornom upravljanju. Pod tim podsustavima podrazumijevamo sustave upravljanja rasvjetom, kako unutarnjom tako i vanjskom, automatske klimatizacijske sustave, sustave grijanja, hlađenja, klimatizacije, ventilacije (npr. reguliranje prema izmjerenoj temperaturi), alarmne sustave, sustave

za video nadzor i mnoge druge. Različiti podsustavi mogu se tako automatizirati integracijom raznih tehničkih sustava u jednu funkcionalnu jedinicu, sa sučeljem jednostavnim za uporabu.

Gledano po podsustavima isplativo je reguliranje:

- temperature,
- tlaka,
- protoka,
- vlažnosti zraka,
- izmjena zraka,
- rasvjete,
- angažirane snage.

Prema tipu regulacije može se nominirati:

- ručna regulacija
  - stalna kontrola,
  - povremena kontrola,
- centralna on/off regulacija,
- automatska regulacija,
- prema unutrašnjoj temperaturi,
- prema vanjskoj temperaturi,
- po zonama zgrade (razdvojeni cirkulacijski krugovi), npr.
  - krila zgrade,
  - etaže,
  - dijelovi zgrade prema orijentaciji (strane svijeta),
- prema sezonskim karakteristikama,
- dimabilna/fotosenzibilna regulacija (rasvjeta),
- regulacija s vremenskim zatezanjem (npr., stubišni automati, elektromotorni pogon),
- lokalna regulacija
  - po prostorijama – manji raspon temperature,
  - termoregulacijskim ventilima.

Potrebno je voditi računa da pojedini sustavi regulacije i upravljanja u zgradama (toplinska stanica, kalorimetri, portafon, telekomunikacijski uređaji, senzori kretanja i sl.) mogu trošiti značajne količine električne energije.

## 2.2. ANALIZA I IZBOR MOGUĆIH MJERA POBOLJŠANJA ENERGETSKIH SVOJSTAVA ZGRADE

Analiza mogućih mjera poboljšanja energetske svojstava i povećanja energetske učinkovitosti obavezno uključuje:

- poboljšanje toplinskih karakteristika vanjske ovojnice,
- poboljšanje energetske svojstava sustava grijanja prostora,
- poboljšanje energetske svojstava sustava hlađenja prostora,
- poboljšanje energetske svojstava sustava ventilacije i klimatizacije,
- poboljšanje energetske svojstava sustava pripreme potrošne tople vode,
- poboljšanje energetske svojstava sustava potrošnje električne energije –rasvjeta, uređaji i ostala trošila,
- poboljšanje energetske svojstava specifičnih podsustava,
- analiza mogućnosti zamjene energenta ili korištenja obnovljivih izvora energije za proizvodnju toplinske i/ili električne energije,
- poboljšanje sustava regulacije i upravljanja,
- poboljšanje sustava opskrbe vodom i potrošnje (opcionalno),
- potrebne procjene i izračuni ušteda za odabrane mjere.

Mogućnosti poboljšanja energetske svojstava zgrade možemo podijeliti u dvije skupine:

1. mjere uz male troškove i brzi povrat investicije, prema Pravilniku o energetskom certificiranju zgrada, Prilog 4,
2. mjere uz veće troškove i dulji povrat investicije, prema Pravilniku o energetskom certificiranju zgrada, Prilog 4 .

U cilju postizanja veće energetske učinkovitosti potrebno je evaluirati mogućnosti korištenja različitih vrsta izvora energije s gledišta investicije, ušteda i zaštite okoliša. Provedena analiza svake predložene mjere mora dati sljedeće odgovore:

- koje su godišnje uštede energije i smanjenje emisije ugljičnog dioksida (kn, kWh, tCO<sub>2</sub>),
- koliki su investicijski troškovi, troškovi projektiranja, troškovi montaže i demontaže, troškovi puštanja u pogon, vijek trajanja i potrebne dozvole (procjene),
- koliki je period povrata investicije,
- specifikaciju opreme i radova,
- održavanje.

U nastavku je prikazano nekoliko pojedinačnih primjera mjera poboljšanja energetske svojstva zgrade. Analiza mjera obavezno se provodi pri energetskim pregledima postojećih zgrada svih vrsta i namjena.

### **2.2.1. ANALIZA MOGUĆNOSTI ZAMJENE IZVORA ENERGIJE I KORIŠTENJA ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM**

U analizi je potrebno navesti podatke o mogućnosti zamjene izvora energije ili korištenja alternativnih sustava energije kao što su:

- decentralizirani sustavi za opskrbu energijom na temelju obnovljivih izvora energije,
- kogeneracija,
- apsorpcijsko hlađenje,
- daljinsko/blokovsko grijanje ili daljinsko/ blokovsko hlađenje, ako postoji,
- dizalice topline i korištenje okoliša kao toplinskog izvora.

Također je potrebno dati podatke o sustavima koji koriste obnovljive izvore energije, njihov opis, preduvjete za primjenu i mjesta primjene kao npr.:

- biomasa, proizvodnja bioplina,
- fotonaponski moduli,
- sunčani sustav za grijanje, pripremu potrošne tople vode i hlađenje,
- vjetar.

### **2.2.2. ANALIZA MOGUĆNOSTI POVEĆANJA TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE**

Potrebno je napraviti pregled mjera koje su primjenjive na ovojnicu zgrade u cilju smanjenja toplinskih gubitaka/dobitaka, a koje se odnose na:

- toplinsku izolaciju svih građevnih dijelova vanjske ovojnice,
- rješavanje problema s toplinskim mostovima,
- prozore i vrata,
- rolete, žaluzine i zaštite od sunčevog zračenja,
- sanacija dimnjaka,
- vjetrobrani.

Mjere je potrebno prilagoditi lokaciji odnosno klimatsko–geografskom području gdje je smješten objekt.

Sa stajališta energetske potrošnje u postojećim zgradama, razdoblje izgradnje izuzetno je važan parametar. Zbog karakteristika gradnje i nedostatka propisa o toplinskoj zaštiti, u razdoblju najveće stambene izgradnje od 1950. do 1980. godine, izgrađen je niz stambenih i nestambenih zgrada koje su danas veliki potrošači energije, s prosječnom potrošnjom energije za grijanje od preko 200 kWh/m<sup>2</sup>. Prema starosti i vrsti gradnje, a u ovisnosti o zakonodavnom okruženju, postojeće zgrade u Hrvatskoj možemo podijeliti i analizirati u nekoliko grupacija:

- zgrade građene prije 1940. godine,
- zgrade građene prije 1970. godine,
- zgrade građene u periodu od 1970. do 1987. godine,
- zgrade građene u periodu od 1987. do 2006. godine,
- novogradnja usklađena s novim Tehničkim propisom o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 79/05) s obaveznom primjenom od 1. srpnja 2006. godine.

Energetskom obnovom starih zgrada, naročito onih građenih prije 1980. godine, moguće je postići uštedu u potrošnji toplinske energije od preko 60 posto. Osim zamjenom prozora, najveće uštede mogu se postići toplinskom zaštitom vanjskog zida. Mjera u području toplinske zaštite s najkraćim periodom povrata investicije i najmanjim ulaganjem je toplinska zaštita kosog krova ili stropa prema negrijanom tavanu. Sanacija poda prema tlu vrlo često nije ekonomski opravdana, zbog relativno malog smanjenja ukupnih toplinskih gubitaka u odnosu na veliku investiciju koja je potrebna za takvu sanaciju.

Međutim, potrebno je naglasiti da bitnu ulogu u toplinskoj zaštiti zgrade imaju svi dijelovi vanjske ovojnice zgrade, kao što su:

- vanjski zid,
- zid između grijanih prostora različitih korisnika,
- zid prema negrijanom prostoru,
- vanjski zid prema terenu,
- pod na terenu,
- međukatna 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.

Toplinska zaštita mora biti riješena kontinuirano po vanjskoj ovojnici bez prekida, svodeći utjecaj toplinskih mostova na minimum. Toplinski mostovi se uvijek pojavljuju u građevnim dijelovima vanjske ovojnice, no njihov utjecaj na ugodnost boravka, trajnost i stabilnost konstrukcije je potrebno smanjiti pravilnim projektiranjem bitnih detalja vanjske ovojnice:

- prozore treba ugraditi tako da su barem dijelom u nivou toplinske izolacije,
- kutija za roletu mora biti toplinski izolirana,
- toplinsku izolaciju zida treba povući do temelja, a po potrebi treba izolirati i temelj,
- osigurati kontinuitet toplinske izolacije svih građevnih dijelova vanjske ovojnice, bez prekida toplinske izolacije,
- projektirati zgrade tako da se izbjegnu konstruktivni detalji tipičnih toplinskih mostova – prodori konstrukcija, istake i slično.

Uvažavanjem ovih kriterija ostvaruje se potrebni kontinuitet toplinske izolacije koji je po završetku izgradnje moguće dodatno provjeriti termografskim snimanjem.

Izračun procjene godišnje potrebne toplinske energije za grijanje,  $Q_{H, ht}$  i hlađenje zgrade,  $Q_{c, nd}$  (kWh/a) se izvodi u skladu s normom HRN EN ISO 13790:2008.

U svrhu uštede energije zgradu je potrebno podijeliti u više zona ukoliko je predviđeno različit način korištenja ili se unutarne projektne temperature razlikuju više od 4°C.

Svi koeficijenti prolaska topline graničnih građevnih dijelova (između zona i prema van) moraju ispuniti zahtjeve određene u tablici 5. iz Priloga C Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinske zaštite zgrade, kako bi se ostvarila minimalna toplinska zaštita. Da bi se ostvarila racionalna upotreba energije potrebno je poboljšati toplinske karakteristike elemenata vanjske ovojnice odnosno smanjiti koeficijent prolaska topline  $U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] i smanjiti toplinske gubitke po jedinici površine elementa [ $kWh/m^2$ ].

U skladu s istim Tehničkim propisom, koeficijent prolaska topline za prozore i balkonska vrata može iznositi maksimalno  $U = 1,80 W/m^2K$ . Dok se na starim zgradama koeficijent  $U$  prozora kreće oko 3,00-3,50  $W/m^2K$  i više (gubici topline kroz takav prozor iznose prosječno 240-280  $kWh/m^2$  godišnje), europska zakonska regulativa propisuje sve niže i niže vrijednosti i one se danas najčešće kreću u rasponu od 1,40-1,80  $W/m^2K$ . Na suvremenim niskoenergetskim i pasivnim kućama taj se koeficijent kreće između 0,80-1,40  $W/m^2K$ . Preporuka za gradnju suvremene energetske učinkovite zgrade je koristiti prozore s koeficijentom  $U < 1,40 W/m^2K$ .

U ukupnoj energetske bilanci kuće važnu ulogu igraju i toplinski dobici od sunca. U suvremenoj arhitekturi puno pažnje posvećuje se prihvatu sunca i zaštiti od pretjeranog osunčanja, jer se i pasivni dobici topline moraju regulirati i optimizirati u zadovoljavajuću cjelinu. Sustavi za zaštitu od sunca usklađeni sa vanjskim uvjetima okoline osiguravaju dobre uvjete rada i boravka u zgradi. Ako se osigura odgovarajuće tehničko rješenje postiže se prilagodljiv ulaz

sunca u zgradu i sprečava pregrijavanje prostorija zgrade zbog djelovanja sunčevog zračenja tijekom ljeta i smanjuje potrebna energija za hlađenje.

Ljetna toplinska zaštita obuhvaća:

- toplinsku zaštitu prozirnih elementa pročelja tijekom ljeta,
- toplinsku zaštitu vanjskih neprozirnih građevnih dijelova plošne mase  $< 100 \text{ kg/m}^2$  tijekom ljeta,
- zrakonepropusnost građevnih dijelova koji čine omotača grijanog prostora zgrade,
- zrakopropusnost reški prozora, balkonskih (vanjskih) vrata i krovnih prozora,
- vanjski neprozirni građevni dijelovi, koji su izloženi Sunčevu zračenju, moraju imati odgovarajuće dinamičke toplinske karakteristike kako bi se smanjio njihov doprinos zagrijavanju zraka u zgradi tijekom ljetnih mjeseci,
- dinamičke toplinske karakteristike građevnih dijelova, ovisne o promjenjivosti toplinskih tokova, nisu još u potpunosti donesene u EN normama, te se dokazuje posredno preko koeficijenta prolaska topline -  $U \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$ .

Smanjenje toplinskih gubitaka i povećanje toplinske zaštite osnovni je uvjet za postizanje energetski učinkovitog sustava i ugradnju suvremenih alternativnih tehničkih sustava u zgrade. Pri predlaganju nivoa toplinske zaštite preporuča se analizirati što naprednija rješenja koja ostvaruju optimalne energetske uštede. Također, ukoliko se za neku mjeru pokaže predugi period povrata investicije, a ostvaruju se značajne uštede, potrebno je analizirati tu mjeru u kombinaciji s drugim, ekonomski povoljnijim mjerama, kako bi se postigao optimalan period povrata ulaganja.

### **2.2.3. ANALIZA MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA SVIH POSTOJEĆIH ENERGETSKIH SUSTAVA ZGRADE**

U cilju poboljšanja energetske učinkovitosti tehničkih sustava potrebno je napraviti pregled konvencionalnih sustava koji se primjenjuju u pojedinim kategorijama zgrada, mogućnosti korištenja alternativnih sustava (kao samostalnih ili dopunskih postojećima) i procesa te pojedinih izvora energije kao npr.:

- kotlovnice i sustavi grijanja (zamjena standardnih kotlova niskotemperaturnim ili kondenzacijskim, niskotemperaturno grijanje),
- klimatizacija i ventilacija,
- povrat toplinske energije iz otpadnog zraka u sustavima ventilacije i klimatizacije,
- prirodno provjetranje,
- priprema potrošne tople vode,
- prelazak na druge vrste izvora energije,

- daljinsko/blokovsko grijanje ili daljinsko/blokovsko hlađenje ako postoji,
- kogeneracija,
- dizalice topline (korištenje okoliša kao toplinskog izvora),
- decentralizirani sustavi za opskrbu energijom na temelju obnovljivih energenata,
- ugradnja solarnih kolektora,
- ugradnja fotonaponskih panela,
- regulacija,
- rasvjeta.

Mjere je potrebno prilagoditi lokaciji odnosno klimatsko–geografskom području gdje je zgrada smještena.

#### **2.2.4. ANALIZA MOGUĆNOSTI UGRADNJE UREĐAJA ZA KOMPENZACIJU JALOVE SNAGE**

Ovakav sustav često ima brz povrat investicije i zapravo predstavlja standard u modernim projektima elektroinstalacija koji često nije potrebno zasebno isticati, dok u postojećim objektima (nekompenziranim) to predstavlja bitan potencijal ušteda. Tablica za izračun potrebne reaktivne snage kompenzacijskog uređaja nalazi se u prilogu. Preporuča se ugradnja kompenzacijskog uređaja s filtriranjem signala mrežnotonfrekventnog upravljanja određene frekvencije. Frekvencija navedenog signala razlikuje se u pojedinim dijelovima Republike Hrvatske, te se za konkretne vrijednosti treba obratiti HEP – Operatoru distribucijskog sustava.

Provedena analiza treba dati:

- koliki su investicijski troškovi, troškovi projektiranja, troškovi montaže i demontaže, troškovi puštanja u pogon, i sl.,
- koliki je period povrata investicije,
- specifikaciju opreme i radova,
- održavanje.

#### **2.2.5. ANALIZA MOGUĆNOSTI SUPSTITUCIJE POSTOJEĆEG SUSTAVA RASVJETE S UČINKOVITIJIM RJEŠENJEM**

U zgradama, rasvjeta može imati dominantan udio u ukupnoj potrošnji električne energije stoga se preporučuju rješenja koja trebaju biti napravljena prema projektantskim normama, zadovoljavati sve propisane kriterije uz istovremeno visoku razinu učinkovitosti. Tablica s okvirnim vrijednostima pojedinih izvora svjetlosti nalazi se u Prilogu.

Provedena analiza treba dati:



- potencijal godišnje uštede energije, vršne snage i smanjenje emisije ugljičnog dioksida (kn, kWh, tCO<sub>2</sub>) uz zadržavanje ili poboljšanje svjetlotehničkih parametara,
- koliki su investicijski troškovi, troškovi projektiranja, troškovi montaže i demontaže, životni vijek trajanja i sl.,
- koliki je period povrata investicije,
- specifikaciju opreme i radova,
- održavanje.

## **2.2.6. ANALIZA MOGUĆNOSTI POSTAVLJANJA TERMOSTATSKIH VENTILA I RAZLIČITIH TERMOSTATSKIH GLAVA**

Najveći i najčešći problem u sustavu grijanja je što ne postoji regulacija temperature prostora po pojedinim prostorijama. Takav sustav dovodi do toga da se zgrada jednako grije bez obzira na stvarno potrebnu temperaturu u pojedinim prostorijama. Posljedica takvog sustava je pregrijavanje pojedinih prostorija, a zbog nemogućnosti jednostavnog reguliranja temperature osim provjetranjem prisutni su veliki gubici topline. Jedno od najjednostavnijih rješenja je postavljanje termostatskih ventila s termostatskom glavom koji zajedno čine termostatski set, koji regulira temperaturu prostorije na način da upravlja protokom ogrjevne vode kroz radiator.

Vrlo je važno obratiti pažnju koja se vrsta termostatskih glava predlaže za pojedini objekt. Postoje dvije osnovne vrste termostatskih glava od kojih su jedne klasične namijenjene za stambene objekte a druge za javne objekte ( zaštićena termostatska glava za javne prostore). Ova podjela je vrlo važna pri mjerama za nestambene objekte, jer postavljene klasične termostatske glave u takvim objektima nisu otporne na devastaciju i neovlašteno korištenje, pa stoga ne ostvaruju nikakvu regulaciju temperature.

Termostatska glava za javne (nestambene) objekte ima mogućnost postavljanja temperature na zadanu vrijednost samo uz pomoć posebnog alata koji će imati ovlaštena osoba, te je zbog visoke čvrstoće otporna na udarce ili neko drugo nasilno djelovanje.

Ušteda u potrošnji energenta koje ostvaruje adekvatni termostatski set, prosječno iznosi oko 10 %, premda u nekim slučajevima većih pregrijavanja prostora ušteda iznosi i do 20 %. Kako bi se postigla maksimalna učinkovitost termostatskog seta, potrebno je provjeriti ili osigurati optimalan hidraulički balans cijevne mreže koji se postiže ugradnjom ventila za hidrauličko balansiranje.

## 2.2.7. UVOĐENJE KONDENZACIJSKOG I NISKOTEMPERATURNOG KOTLA

U slučaju odabira novog izvora toplinske energije u sustavu grijanja, radi što boljeg iskorištenja izvora energije svakako treba razmotriti ugradnju kondenzacijskog i niskotemperaturnog kotla. To se odnosi i na veće kotlovnice kod nestambenih objekata, i na sve vrste agregata kod stambenih objekata. Za stambene objekte, promatra se etažni ili kućni kondenzacijski agregat za grijanje s integriranim spremnikom tople vode, koji bi koristio nižu temperaturu kod kondenzacijskog efekta. Ova varijanta pretpostavlja izvođenje dimovodnih kanala i kanala za dovod zraka u postojeće vertikale dimnjaka. Poželjna je koaksijalna izvedba kako bi se vanjski zrak predgrijavao izlaznim dimnim plinovima. U nemogućnosti takve izvedbe, moguće je iskoristiti raspoložive kanale za uvođenje odvojenih cijevi za dovod zraka, te za odvod dimnih plinova. U tom slučaju otpada mogućnost predgrijavanja ulaznog zraka, ali takav gubitak učinkovitosti nije značajan.

Bitna promjena u sustavu grijanja do koje dolazi uvođenjem kondenzacijskog kotla jest niskotemperaturno grijanje. Da bi se postigao puni kondenzacijski efekt s iskorištenjem gornje ogrjevne vrijednosti goriva (u principu plina), temperatura polazne vode u krugu grijanja ne smije prelaziti 55 °C.

Kada se razmatra niskotemperaturno grijanje, kao izvor topline se promatra kondenzacijski ili niskotemperaturni kotao, dok ogrjevna tijela moraju biti sposobna zadovoljiti potrebe grijanja uz medij niže temperature. U slučaju radijatora kao ogrjevnih tijela, mora se izvesti njihova veća ukupna ogrjevna površina. Da bi se ona odredila, potrebno je pretpostaviti temperaturnu razliku površine radijatora i sobnog zraka prema izrazu

$$\Delta t = [(t_u + t_i) / 2] - t_0$$

uz  $t_u$  kao temperaturu polazne vode,  $t_i$  temperaturu povratne, a  $t_0$  kao temperaturu okoline. Ako se kao primjer uzme tipičan standardni radijator, za jednaku ogrjevnu snagu pri režimu kondenzacije potrebna je 2,5 do 3 puta veća površina radijatora. Pored izmjena radijatora, preporučljivo je razmotriti sve druge opcije korištenja medija niže temperature, kao što je podno grijanje, priprema dodatnih količina PTV i drugo. Uz ovaj zahvat se podrazumijeva i ugradnja kvalitetnog regulacijsko-upravljačkog sustava.

## **2.2.8. OPĆA NAČELA ANALIZE POTENCIJALA MJERA UŠTEDE TOPLINSKE ENERGIJE**

Kako je navedeno, korištenje toplinske energije kod zgrada se promatra u područjima grijanja prostora, pripreme sanitarne tople vode, procesa pranja, obrade namirnica te drugih specifičnih namjena. Analizirajući svako od tih područja, uputno je ravnati se prema sljedećim načelima.

Kod pripreme hrane potencijali uštede su najmanji i tiču se uglavnom odabira prikladnih plinskih trošila i posuđa odgovarajućeg oblika i izolacije, te režima pripreme (kuhanje većih količina i sl.).

Grijanje prostora pruža najveće potencijale. Kod odabira ogrjevnih tijela nužno je birati ona najučinkovitija (s najboljim prijenosom topline), obzirom na prirodu grijanog prostora, i paziti na njihov optimalan raspored. U najvećem broju slučajeva optimalno je centralno grijanje, posvećujući pažnju odgovarajućem lociranju toplinske stanice obzirom na udaljenost od trošila i dobrom izoliranju cjevovoda. Gdje god je moguće treba iskorištavati otpadnu toplinu iz drugih izvora, za predgrijavanje medija ili za samo grijanje. U gotovo svim slučajevima vrlo je važna uloga odgovarajuće regulacije, gdje je poželjna što kvalitetnija automatizacija.

Kod grijanja izrazito velikih prostorija – dvorana, ako je riječ o grijanju zraka, za uštede je ključan raspored i broj istrujnih otvora, te korištena grijača tijela - često su prikladnije npr. stropne infracrvene grijalice.

Grijanje bazena kao poseban slučaj najveće potencijale pruža u iskorištenju otpadne topline, te na mnogim lokacijama otvara mogućnost korištenja geotermalnih izvora i sunčevih kolektora.

Za rashladne uređaje se preliminarna ušteda postiže planskim smanjenjem opterećenja, te odabirom odgovarajućih sustava i agregata. Apsorpcijski uređaji pružaju veliki potencijal u korištenju otpadne topline, ukoliko je raspoloživa na odgovarajućim temperaturnim razinama.

Ušteda energije u sustavu pripreme potrošne tople vode postiže se u prvom redu samim smanjenjem potrošnje, racionalizacijom i primjenom odgovarajućih štedljivih armatura. Važna je kvalitetna toplinska izolacija, prvenstveno spremnika. Kombinacija ili potpuno grijanje sunčevom energijom ovdje pruža najveći potencijal, pogotovo u obalnom području; te također otpadna toplinska energija. Korištenje raspoložive otpadne toplinske energije svakako treba razmotriti, pogotovo ako se u zgradi koriste rashladni kompresori.

Sami kotlovi/kotlovnice/redukcijske stanice svojom izvedbom, kvalitetom, odabirom goriva, eksploatacijom, održavanjem i drugim karakteristikama imaju odlučujući utjecaj na racionalno korištenje toplinske energije.

## **2.3. ENERGETSKO, EKONOMSKO I EKOLOŠKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA**

Ovaj dio energetskeg pregleda obuhvaća prijedlog energetske, ekonomske i ekološke povoljnih mjera poboljšanja energetske svojstva zgrade, prikaz ostvarivih ekonomskih i energetske uštede, procjenu investicije, te jednostavni period povrata ulaganja uz izračun smanjenja CO<sub>2</sub> emisija.

Predložene mjere potrebno je analizirati s obzirom na njihovu izvodljivost na analiziranoj zgradi, te procijeniti energetske, ekonomske i ekološke uštede. Pri tome je važno naglasiti da se najbolji rezultati postižu kombinacijom mjera, te je potrebno analizirati i izabrati kombinaciju onih mjera koje dovode do najvećih ušteda uz ekonomski prihvatljivo vrijeme povrata investicije. Posebno kod mjera poboljšanja toplinske zaštite vanjske ovojnice treba dati naglasak na one mjere koje su povezane s ulaganjima u nužnu rekonstrukciju pri održavanju zgrade. Uštede u energiji treba iskazati odvojeno od investicijskih troškova. Ekonomska analiza iskazuje se kroz jednostavni period povrata investicije, dok se kod zahtjevnijih objekata mogu raditi i detaljnije ekonomske analize isplativosti pojedinih mjera.

U pregledu je potrebno dati elemente za vrednovanje odabranih građevinskih zahvata i termotehničkih sustava. Također, za svaku opisanu mjeru potrebno je, na način prikladan pojedinoj mjeri, dati numeričke podatke o utjecaju na sustav kao, primjerice, podatke o povećanju učinkovitosti sustava nakon primjene mjere, smanjenju toplinskih gubitaka (npr. kWh/m<sup>2</sup> prostora), godišnjoj količini iskorištene obnovljive energije, smanjenju potrošnje izvora energije (kn/kWh iskorištene energije) i sl.

Kod mjera na području potrošnje električne energije, osim uštede energije a time i emisija u okoliš, uštede se mogu prepoznati i u dislociranju potrošnje iz višeg u niže tarifno razdoblje, te smanjenjem vršne angažirane snage i eliminiranjem prekomjerno preuzete jalove energije. Potonje mjere ne utječu direktno na smanjenje potrošnje energije, ali mogu imati bitne financijske uštede. Kod opisa mjere i njenog vrednovanja, bitno je uzeti u obzir sve relevantne tehničke i financijske parametre, eventualne utjecaje na druge podsustave, troškove eksploatacije i održavanja i sl.

Kod mjera na području potrošnje sanitarne vode, treba osim ušteda same vode, uzeti u obzir i smanjenje energije (za pumpanje, grijanje, i sl). time se smanjuje razdoblje povrata investicije, a u bilancu ulaze i dodatni ekološki doprinosi.

### 2.3.1. ENERGETSKO I EKONOMSKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA

Nakon identifikacije potencijalnih mjera poboljšanja energetske svojstava zgrade potrebno je za svaku pojedinu mjeru izraziti energetske uštede, procijeniti troškove ulaganja i izračunati jednostavni period povrata investicije. To je potrebno učiniti za svaku pojedinu mjeru, ali i za kombinacije pojedinih mjera, kako bi se došlo do optimalnog izbora mjera i preporuka za optimalno ulaganje.

Troškove ulaganja potrebno je procijeniti što točnije u skladu s tržišnim cijenama izvora energije na dan izrade proračuna energetske uštede. Nakon izbora optimalne kombinacije mjera, pristupa se izračunu ekoloških ušteda.

**Tablica 3: Primjeri usporedbe mjera poboljšanja energetske svojstava i njihovih ekonomskih i ekoloških ušteda 1**

Mjere	Opis mjere	Procjena investicije (x)	Procijenjene uštede		Procijenjene uštede (y)	Jednostavan period povrata x/y	Smanjenje emisije CO <sub>2</sub>
		[kn]	[kWh/god]	energent	[kn/god]	[godina]	[tona/god]
1	Toplinska izolacija vanjskog zida	500.000			220.000	2,30	
2	Toplinska izolacija stropa prema tavanu	150.000			170.000	0,90	
3	Zamjena prozora	2.500.000			160.000	15,60	
4	Ugradnja termostatskih ventila	120.000			50.000	2,4	
5	Ugradnja sunčanog sustava za PTV	500.000			60.000	8,30	
6	Kombinacija mjera toplinske zaštite	3.720.000			670.000	5,60	
<b>UKUPNO</b>							

Izračunava se jednostavni period povrata investicije, članak 29. Pravilnika o energetskom certificiranju zgrada NN(113/08).

Jednostavni period povrata je omjer procjene potrebnih ulaganja i godišnjih energetske ušteda u kunama, uz cijenu energije u trenutnu analize.

**Tablica 4: Primjeri usporedbe mjera poboljšanja energetske svojstava i njihovih ekonomskih i ekoloških ušteda 2**

Mjere	Opis mjere	Procjena investicije (x)	Procijenjene uštede		Procijenjene uštede (y)	Jednostavan period povrata x/y	Smanjenje emisije CO <sub>2</sub>
		[kn]	[kWh/god]	energent	[kn/god]	[godina]	[tona/god]
1	Ugradnja učinkovite rasvjete	50.000			25.000	2	
2	Ugradnja uređaja za kompenzaciju jalove snage	20.000			8.000	2,5	
3	Ugradnja upravljačkog sustava vršnom snagom	500.000			100.000	5	
4	Kupnja uređaja A energetskog razreda	80.000			15.000	5,3	

### **2.3.2. EKOLOŠKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA I METODOLOGIJA PRORAČUNA EMISIJE CO<sub>2</sub>**

Za potrebe proračuna emisija CO<sub>2</sub> i ostalih antropogenih stakleničkih plinova razvijena je (Intergovernmental Panel on Climate Change) IPCC metodologija u okviru Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime - United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). IPCC metodologijom određuju se antropogene emisije iz izvora i uklanjanje u ponorima. Dominantan izvor antropogene emisije stakleničkih plinova je izgaranje fosilnih izvora energije u energetske postrojenjima.

Ovisno o mjestu nastanka razlikuju se direktne i indirektno emisije. Direktne emisije nastaju na lokaciji neposredne potrošnje energije (npr. stambene i nestambene zgrade), kao posljedica izgaranja fosilnih izvora energije u stacionarnim energetske postrojenjima (npr. kotlovi). S druge strane, u slučaju korištenja električne energije i/ili topline iz javnih toplana ili kotlovnica do emisije ne dolazi na lokaciji neposredne potrošnje energije, pa je potrebno izračunati indirektnu emisiju koja nastaje pri proizvodnji električne ili toplinske energije.

#### **Direktne emisije CO<sub>2</sub>**

Tijekom izgaranja većina ugljika iz goriva oksidira i emitira se u atmosferu u obliku CO<sub>2</sub>. Dio ugljika koji se oslobađa kao CO, CH<sub>4</sub> ili NMVOC, također oksidira u CO<sub>2</sub> u atmosferi u

razdoblju od nekoliko dana do oko 12 godina. Ugljik iz goriva koji ne oksidira, već se vezuje u česticama, šljaci ili pepelu se isključuje iz proračuna. Udio oksidirajućeg ugljika za tekuća fosilna goriva i prirodni plin je vrlo dobro određen i iznosi 99 posto za tekuće gorivo, a 99,5 posto za prirodni plin (IPCC metodologijom preporučene vrijednosti). Međutim, oksidacijski faktor za ugljen ovisi o uvjetima izgaranja i može varirati nekoliko postotaka. Ukoliko oksidacijski faktor za ugljen nije moguće odrediti i elaborirati, koristi se u IPCC priručniku predloženi faktor (98 posto). Općenito, za proračun emisije CO<sub>2</sub> zbog izgaranja fosilnih goriva primjenjuje se sljedeća formula (1):

$$EM = FE_C \cdot Hd \cdot O_C \cdot \frac{44}{12} \cdot B \quad (1)$$

Gdje su:

*EM* – emisija CO<sub>2</sub> [kg]

*FE<sub>C</sub>* – faktor emisije ugljika [kgC/GJ]

*H<sub>d</sub>* – donja ogrjevna vrijednost goriva [MJ/kg ili MJ/m<sup>3</sup>]

*O<sub>C</sub>* – udio oksidirajućeg ugljika [ ]

44/12 – stehiometrijski omjer CO<sub>2</sub> i C [ ]

*B* – količina izgaranog goriva [t ili 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>]

Za korištenje formule (1) potrebno je znati faktor emisije ugljika, donju ogrjevnju vrijednost goriva, udio oksidirajućeg ugljika i količinu izgaranog goriva. Ukoliko nisu poznati faktori emisije ugljika preporučuje se korištenje faktora navedenih u tablici 5 (predloženi u okviru IPCC metodologije). U tablici navedene donje ogrjevne vrijednosti su prosječne vrijednosti za Hrvatsku, preuzete iz energetske bilance za 2007. godinu. U konkretnom slučaju izračuna emisije CO<sub>2</sub> preporučuje se koristiti vlastite donje ogrjevne vrijednosti, a ukoliko su nepoznate moguće je koristiti prosječne nacionalne vrijednosti.

Emisija CO<sub>2</sub> ovisi o količini i vrsti izgaranog izvora energije. Specifična emisija po energiji izvora energije je najveća uslijed izgaranja ugljena, zatim tekućih goriva i prirodnog plina. Grubi omjer specifičnih emisija pri izgaranju fosilnih goriva je 1 : 0,75 : 0,55 (ugljen : tekuća goriva : prirodni plin). Do emisije CO<sub>2</sub> dolazi i izgaranjem biomase. Međutim, emisija CO<sub>2</sub> iz biomase, po preporukama IPCC metodologije, ne ulazi u ukupnu bilancu emisija stakleničkih plinova na državnoj razini jer je emitirani CO<sub>2</sub> prethodno apsorbiran za rast i razvoj biomase.

Za lakši izračun emisije CO<sub>2</sub> prikazani su i faktori emisije po prirodnoj i energetske jedinici goriva te po jedinici proizvedene korisne topline (tablica 2 iz točke 4. 6. iz priloga ove Metodologije). Pri izračunu faktora emisije po jedinici korisne toplinske energije primjenjene su prosječne vrijednosti stupnja djelovanja stacionarnih energetskih postrojenja/uređaja u kojima

izgaraju pojedini izvori energije. Na taj način se povećava nesigurnost proračuna, pa je preporuka da se koristi faktor emisije po energetskej jedinici goriva ( $\text{kgCO}_2/\text{GJ}$  iz tablice 1 ili  $\text{kgCO}_2/\text{MWh}$  iz tablice 2 iz točke 4.6. iz priloga ove Metodologije).

Smanjenje emisije  $\text{CO}_2$  se izračunava kao razlika emisije prije i nakon primjene mjera za smanjenje emisije (npr. mjere povećanja energetske učinkovitosti), a prema formuli (2):

$$EM_S = EM_P - EM_N \quad (2)$$

Gdje su:

$EM_S$  – smanjenje emisije  $\text{CO}_2$  [kg]

$EM_P$  – emisija  $\text{CO}_2$  prije primjene mjera [kg]

$EM_N$  – emisija  $\text{CO}_2$  nakon primjene mjera [kg]

Uobičajeno je računati smanjenje emisije  $\text{CO}_2$  na godišnjoj razini, a kao posljedica primjene mjera za smanjenje emisije.

### **Indirektne emisije $\text{CO}_2$**

Za potrebe proračuna emisije  $\text{CO}_2$  uslijed potrošnje električne i/ili toplinske energije sagledava se indirektna emisija koja nastaje na lokaciji proizvodnje energije. Pri izračunu indirektnih emisija  $\text{CO}_2$  koristi se sljedeća formula:

$$EM = AD \cdot EF \quad (3)$$

Gdje su:

$EM$  – emisija  $\text{CO}_2$  [kg]

$AD$  – količina potrošene električne/toplinske energije [kWh]

$EF$  – specifični faktor emisije  $\text{CO}_2$  za električnu ili toplinsku energiju [ $\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ ]

Preporuka je koristiti izmjerene vrijednosti potrošnje električne/toplinske energije ili koristiti vrijednosti iskazane u računima za električnu i toplinsku energiju. Za potrebe određivanja emisija  $\text{CO}_2$  na godišnjoj razini, uz podatak o količini potrošene energije, potrebno je poznavati i specifičnu emisiju  $\text{CO}_2$  po količini potrošene električne/toplinske energije.

Specifični faktor emisije  $\text{CO}_2$  za električnu energiju je preuzet iz HEP-ovog godišnjeg izvješća za 2008. godinu (tablica 3 i točke 4.6. iz priloga ove Metodologije), a predstavlja



prosječnu emisiju CO<sub>2</sub> proizvedenu u HEP-ovim elektranama (hidroelektrane i termoelektrane) u razdoblju od 2005. do 2007. godine. Specifični faktor emisije CO<sub>2</sub> varira od godine do godine i ovisi o hidrometeorološkoj situaciji, odnosno o količini proizvedene električne energije iz hidroelektrana, kao i o strukturi fosilnih goriva korištenih u termoelektranama i javnim toplanama HEP-a. Dio emisije CO<sub>2</sub> u HEP-ovim kogeneracijskim objektima (javne toplane), koji se odnosi na proizvodnju toplinske energije, je izuzet u cilju izračuna specifične emisije CO<sub>2</sub> samo za proizvodnju električne energije. Za izračunavanje specifične emisije CO<sub>2</sub> po jedinici korisne topline, pri korištenju električnih uređaja za grijanje, pretpostavljena je prosječna efikasnost uređaja od 98 posto.

Specifični faktor emisije CO<sub>2</sub> za toplinu je izračunat temeljem podataka iz energetske bilance za 2005., 2006. i 2007. godinu. U cilju preciznijeg izračuna emisija CO<sub>2</sub>, analizirane su specifične emisije iz javnih toplana u Zagrebu i Osijeku te javnih kotlovnica. Budući da je prosječni udio prirodnog plina u zagrebačkim javnim toplanama bio oko 75 posto, a u toplani u Osijeku oko 65 posto, specifična emisija CO<sub>2</sub> za Osijek je nešto viša od dobivenih vrijednosti za Zagreb. U slučaju korištenja topline iz javnih kotlovnica bilo bi poželjno poznavati korišteno gorivo u kotlovnica, a ukoliko to nije poznato izračunata je prosječna specifična emisija CO<sub>2</sub> po jedinici toplinske energije za strukturu izvora energije koja je bila u razdoblju od 2005. do 2007. godine. U proračunu su uzeti u obzir i gubici u toplinskoj mreži. Na taj način izračunate specifične emisije CO<sub>2</sub> prikazane su u tablici 4 iz točke 4.6. iz priloga ove Metodologije. Faktor emisije CO<sub>2</sub> je u ovom slučaju jednak neovisno o tome da li se izražava po jedinici finalne energije ili korisne toplinske energije.

Za proračun emisije CO<sub>2</sub> na godišnjoj razini primjenjuje se formula (3), a za smanjenje emisija nakon primjene mjera formula (2).

## 2.4. ZAVRŠNI IZVJEŠTAJ O ENERGETSKOM PREGLEDU S PREPORUKAMA I REDOSLIJEDOM PRIORITETNIH MJERA

Pri provedbi energetskeg pregleda posebno je važan završni izvještaj o rezultatima provedenog energetskeg pregleda. Završni izvještaj sadrži sve prethodno navedene elemente energetskeg pregleda i specifikaciju potrebnih podataka za izradu energetskeg certifikata zgrade. Također, izvještaj mora služiti kao podloga za poslovno odlučivanje ključnim osobama. U skladu sa završnim izvještajem izrađuje se energetske certifikat zgrade. U završnom izvještaju, uz sve prikupljene podatke o energetskeim svojstvima zgrade, potrebno je specificirati slijedeće podatke:

1. OPĆI PODACI O ZGRADI		
1.1.	vrsta zgrade prema namjeni (prema podjeli iz članka 5. stavka 2. PECZ, NN 113/08)	
1.2.	lokacija zgrade (katastarska čestica, ulica, kućni broj, mjesto s poštanskim brojem)	
1.3.	ime i prezime vlasnika odnosno investitora zgrade	
1.4.	naziv izvođača radova	
1.5.	godina završetka izgradnje	
2. PODACI O ZGRADI		
2.1.	ploština korisne površine zgrade $A_K$ [m <sup>2</sup> ]	
2.2.	obujam grijanog dijela zgrade $V_e$ [m <sup>3</sup> ]	
2.3.	faktor oblika $f_0$ [m <sup>-1</sup> ]	
2.4.	koeficijent transmisijejskog toplinskog gubitka (po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade) $H_T'$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	
3. KLIMATSKI PODACI		
3. 1.	broj stupanj dana grijanja $SD$ [Kd/a]	
3.2.	broj dana sezone grijanja $Z$ [d]	
3.3.	srednja vanjska temperatura u sezoni grijanja $\theta_e$ [°C]	
3.4.	unutarnja projektna temperatura u sezoni grijanja $\theta_i$ [°C]	
4. PODACI O TEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE		

4.1.	način grijanja i pripreme PTV (lokalno, etažno, centralno, daljinski izvor)	
4.2.	izvori energije koji se koriste za grijanje	
4.3.	izvori energije koji se koriste za pripremu potrošne tople vode	
4.4.	način hlađenja (lokalno, etažno, centralno, daljinski izvor)	
4.5.	izvori energije koji se koriste za hlađenje	
4.6.	vrsta ventilacije (prirodna, prisilna bez povrata topline, prisilna s povratom topline)	
4.7.	vrsta i namjena korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije	
4.8.	udio obnovljivih izvora energije u potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje [%]	
<b>5. PODACI O POTREBNOJ ENERGIJI</b>		
5.1.	godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_H$ u [kWh/a] i [kWh/(m <sup>2</sup> a)] i najveća dopuštena vrijednost	
5.2.	godišnji toplinski gubici sustava grijanja $Q_{H,ls}$ u [kWh/a] i [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	
5.3.	godišnja potrebna toplinska energija za zagrijavanje potrošne tople vode, $Q_W$ u [kWh/a] i [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	
5.4.	godišnji toplinski gubici sustava za zagrijavanje potrošne tople vode $Q_{W,ls}$ u [kWh/a] i [kWh/(m <sup>2</sup> a)],	
5.5.	godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_C$ u [kWh/a] i [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	
5.6.	godišnji gubici sustava hlađenja $Q_{C,ls}$ u [kWh/a] i [kWh/(m <sup>2</sup> a)],	
5.7.	godišnja potrebna energija za ventilaciju u sustavu prisilne ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije za stvarne klimatske podatke za definirani profil korištenja $Q_{Ve}$ u [kWh/a] i [kWh/(m <sup>2</sup> a)],	
5.8.	godišnja potrebna energija za rasvjetu za stvarne klimatske podatke za definirani profil korištenja $E_l$ u [kWh/a] i [kWh/(m <sup>2</sup> a)],	

5.9.	godišnja isporučena energija $E_{del}$ u [kWh/a] i [kWh/(m <sup>2</sup> a)],	
5.10.	godišnja primarna energija $E_{prim}$ u [kWh/a] i [kWh/(m <sup>2</sup> a)],	
5.11.	godišnja emisija CO <sub>2</sub> za stvarne klimatske podatke u [kg/a] i [kg/(m <sup>2</sup> a)],	
<b>6. KOEFICIJENTI PROLASKA TOPLINE ZA POJEDINE GRAĐEVNE DIJELOVE ZGRADE</b>		
Građevni dio	$U$ stvarni[W/(m <sup>2</sup> K)]	$U$ max[W/(m <sup>2</sup> K)]
<b>7. REDOSLIJED PRIORITETNIH MJERA ZA POBOLJŠANJE ENERGETSKIH SVOJSTAVA</b>		

**Tablica 9: Mjere energetske uštede**

Mjere	Opis mjere	Procjena investicije (x)	Procijenjene uštede		Procijenjene uštede (y)	Jednostavan period povrata x/y	Smanjenje emisije CO <sub>2</sub>
		[kn]	[kWh/god]	energent	[kn/god]	[godina]	[tona/god]
1							
2							
3							
4							
5							
6							
<b>UKUPNO</b>							

### **3. PRIMJERI UPITNIKA ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA I PROVOĐENJE ENERGETSKIH PREGLEDA**

Prikazani su primjeri upitnika za prikupljanje podataka za stambene i nestambene zgrade koje je potrebno prilagoditi i po potrebi dopuniti podacima karakterističnim za pojedinu vrstu i namjenu zgrade. Upitnici su pomoćni alat pri provođenju energetskeg pregleda zgrade.

### 3.1. UPITNIK ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA O ENERGETSKIH SVOJSTVIMA STAMBENIH ZGRADA

UPITNIK ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA O ENERGETSKIM SVOJSTVIMA STAMBENIH ZGRADA						
<b>Datum</b>				<b>Kontakt osoba</b>		
<b>1. OSNOVNI PODACI O ZGRADI</b>						
1.1.	Naziv i vrsta zgrade					
1.2.	Adresa	Ulica i broj			Grad, Poštanski broj	
		Katastarska četica				
1.3.	Odgovorna osoba	Gdin/gđa				
1.4.	Telefon, fax, mobilni telefon, email	Telefon			Fax	
		Mobilni telefon			Email	
1.5.	Namjena zgrade					
1.6.	Tip vlasništva	privatno	javno	u najmu	vlasnik=korisnik	broj vlasnika
1.7.	Godina izgradnje			nova	postojeća	
1.8.	Izvođač radova					
1.9.	Godina zadnje rekonstrukcije					
1.10.	Kratki opis izvedene rekonstrukcije					
1.11.	Opće napomene o zatečenom stanju					
1.12.	Izvedba zgrade	samostojeća zgrada	dvojni objekt	interpolirana zgrada	unutar postoj. zgrade	paviljonski tip gradnje
						ostalno
1.13.	Osnovni podaci	Ukupni broj etaža				
		Ukupna ploština podne neto površine m <sup>2</sup>				
		Ukupna ploština bruto podne površine m <sup>2</sup>				
		Ploština podne površine karakt. etaže m <sup>2</sup>				
		Ploština korisne površine grijanog prostora zgrade m <sup>2</sup>				
		Ploština korisne površine hlađenog prostora zgrade m <sup>2</sup>				
		Obujam grijanog dijela zgrade m <sup>3</sup>				
		Obujam hlađenog dijela zgrade m <sup>3</sup>				
		Visina etaže m				
		Površina Zona 1 (m <sup>2</sup> ) / (θi) °C				
		Površina Zona 2 (m <sup>2</sup> ) / (θi) °C				
		Ukupni broj stanova				
		Tipske površine stanova m <sup>2</sup>				
		Broj stanova istih površina				
		Vrsta konstrukcije	lagana		masivna	
		Radni(boravišni) prostori		%	Skladišta	%
Stubišta i hodnici		%	Ostalo	%		

Priložiti projekt ili nacрте zgrade

## 2. STVARNI KLIMATSKI PODACI

2.1. Stvarni klimatski podaci	
Lokacija	
Broj stupanj dana grijanja SD (Kd/a)	
Broj dana sezone grijanja Z (d)	
Srednja vanjska temperatura u sezoni grijanja $\Theta_e$ (°C)	
Unutarnja projektna temperatura u sezoni grijanja $\Theta_i$ (°C)	

## 3. KARAKTERISTIKE GRAĐEVNOG ELEMENTA I TOPLINSKA ZAŠTITA ZGRADE

3.1. Karakteristike građevnog elementa	Materijal *	Ukupna debljina	Debljina sloja toplinske izolacije**	Površina konstrukcije	Koeficijent prolaska topline U (W/m <sup>2</sup> K)	Primjedba o zatečenom stanju
Vanjski zid sjever						
Vanjski zid jug						
Vanjski zid istok						
Vanjski zid zapad						
Ravni ili kosi krov						
Strop prema negrijanom tavanu						
Zid prema negrijanom prostoru						
Vanjski zid prema terenu						
Pod na terenu						
Strop iznad vanjskog ili negrijanog prostora						

\* a) AB ili beton; b) puna opeka; c) blok opeka; d) lakobet.blokovi; e) kamen; f) drvo ili čelik g) nešto drugo

\*\* a) 0; b) samo toplinska žbuka; c) 2 cm; e) 4 cm; f) 6 cm; g) 8-10 cm

3.2. Izvedba ostakljenja		jednstruko staklo *A	2 dopozornika s po 1 staklom *B	2-struko obično staklo *C	3-struko obično staklo *D	2-struko izo-staklo *E
Procjena površine ostakljenja prema orijentaciji:	sjever m <sup>2</sup>					
	jug m <sup>2</sup>					
	istok m <sup>2</sup>					
	zapad m <sup>2</sup>					
Okvir ostakljenja		drveni	PVC	alumijski	čelični	kombinirani
Koeficijent prolaska topline prozora U (W/m <sup>2</sup> K)		*	*	*	*	*
Izvedba ostakljenja		3-struko izo-staklo *E	2-struko izo-staklo s plin. i low <sub>e</sub> premazom *F	3-struko izo-staklo s plin. i low <sub>e</sub> premazom *G		
Procjena površine ostakljenja prema orijentaciji:	sjever m <sup>2</sup>					
	jug m <sup>2</sup>					
	istok m <sup>2</sup>					
	zapad m <sup>2</sup>					
Okvir ostakljenja		drveni	PVC	alumijski	čelični	kombinirani
Koeficijent prolaska topline prozora U (W/m <sup>2</sup> K)		*	*	*	*	*

\*upisati A-G

3.3. Zaštita od Sunca	bez naprave	naprava s unutrašnje strane ili između stakala	naprava s vanjske str.	streha, lođa brisolej
južno pročelje				
istočno pročelje				
zapadno pročelje				

4. SUSTAV GRIJANJA, HLAĐENJA, KLIMATIZACIJE, VENTILACIJE, PRIPREME POTROŠNE TOPLE VODE I PITKE VODE							
4.1.	Način grijanja prostora	Centralno - kotlovnica	Centralno - toplana	Centralno - etažno gr.	Lokalno grijanje prostorija	Drugo (opis)	
4.2.	Izvor energije za grijanje	Loživo ulje/ ekstra lako loživo ulje	Prirodni plin/ UNP	Drvo	Ugljen	Električna energija	Drugo
4.3.	Za centralizirano grijanje na razini zgrade	Broj agregata	Ukupna instalirana snaga (kW)	Starost agregata	Periodi održavanja	Izvedba dimnjaka i Ø	Posebne značajke
	Kotlovnica						
	Toplinska podstanica						
	Drugo						
4.4.	Izvedba regulacije kod centraliziranog grijanja	Ručna regulacija	Automatska regulacija	Centralna on/off regulacija	Automatska regulacija kotla	Ručna reg. stalna kontrola	Ručna reg., povremena kontrola
4.5.	Razvod medija kod centraliziranog grijanja	Korišteni medij (voda, zrak...)	Jednocjevni ili dvocjevni razvod	Stanje izolacije cjevovoda	Broj cirkulacionih krugova	Podjela zonama po etažama	Regulacija (centralna/ zone/prostori)
4.6.	Etažno grijanje - uređaji	Ukupan broj jedinica	Prosječna starost (godina)	Prosječna snaga (kW)	Korišteni energent	Dovod zraka - vanjski/ iz prostora	Redovito održavanje DA/NE
4.7.	Ogrijevna tijela	Radijatori	Konvektori	Podno ili zidno grijanje	Samostojeće grijalice	Prijenosne grijalice	Drugo
	Broj						
	Ukupna toplinska snaga kW <sub>th</sub>						
	Termostatski ventili (DA/NE)						
4.8.	Pojedinačne grijalice	Izvor energije	Ukupan broj	Uk. snaga kW	Ostale napomene		
4.9.	Sustav ventilacije	Prirodno prozračivanje	Lokalna ventilacija	Centralizirani sustav	Ventilacija s rekuperacijom	Drugo (opisati)	
	Princip rada						
	Instalirana snaga kW <sub>el</sub>						
	Protok zraka m <sup>3</sup> /h						
4.10.	Sustav hlađenja i klimatizacije	Split sustav	Multi-split sustav	Kompaktni prozorski uređaji	Centralizirani sustav	Puno kondicioniranje zraka	drugo
	Ukupan broj jedinica						
	Ukupna rashladna snaga kW						
	Samo hlađenje/i grijanje						
	Prosječan COP						



4.11.	Priprema tople vode	U sklopu sustava za grijanje	Odvojeno od sustava za grijanje	Spremnik za toplu vodu	Toplinska izolacija spremnika	Toplinska izolacija cijevi	Temperatura vode

4.12.	Izvor energije za pripremu tople vode	Loživo ulje/ ekstra lako loživo ulje	Prirodni plin/ UNP	Električna energija	Drvo/Ugljen	Sunčeva energija	drugo

4.13.	Priprema potrošne tople vode električnom energijom	broj bojlera	
		snaga kW	

4.14.	Broj priključnih mjesta s toplom vodom	Tuš / Kada	Umivaonik	Sudoper	ostalo

4.15.	Broj slavina na izljevnom mjestima	Obična	Keramička
		jednoručna	
		dvoručna	

4.16.	Broj vodokotliča	20 litara	13 litara	9 litara	5 litara	zapremina kom
	broj pisoara	senzorski		ručni		

## 5. KARAKTERISTIKE SUSTAVA RASVJETE I UREĐAJA

5.1.	Rasvjeta	klasične žarulje	fluokompaktne žarulje	fluorescentne cijevi	senzori automatika	instalirana snaga (kW)	drugo

5.2.	Broj uređaja	štednjak /plin	štednjak /el.en	hladnjak	perilica rublja	perilica posuđa	drugo

## 6. TROŠKOVI ZA ENERGIJU UNATRAG TRI GODINE nije obavezno, ukoliko je moguće prikupiti

6.1.	Ukupna godišnja potrošnja energije prema računima	Toplana	Prirodni plin**	Loživo ulje mazut	Ekstra lako loživo ulje	Ukapljeni naftni plin*	Drvo
		MWh/god	m3/god	l/god	l/god	kg/god	m3/god
	godina 200_						
	godina 200_						
	godina 200_						

\*propan butan

\*\* naznačiti ako se koristi gradski plin

Ukupna godišnja potrošnja energije prema računima	Ugljen	Električna energija	Voda	Ostalo
	t/god	kWh/god	m3/god	
godina 200_				
godina 200_				
godina 200_				

6.2.	Ukupni godišnji troškovi za potrošnju energije prema računima	Toplana	Prirodni plin**	Loživo ulje mazut	Ekstra lako loživo ulje	Ukapljeni naftni plin*	Drvo
		kn	kn	kn	kn	kn	kn
	godina 200_						
	godina 200_						
	godina 200_						

\*propan butan

\*\* naznačiti ako se koristi gradski plin

Ukupni godišnji troškovi za potrošnju energije prema računima	Ugljen	Električna energija	Voda	Ostalo
	kn	kn	kn	kn
godina 200_				
godina 200_				
godina 200_				

**7. POTENCIJALI USTEDA**

7.1.	Da li postoji plan održavanja	DA	NE	zgrada se ne održava uopće
	Zgradu održava			
	Odgovorna osoba za održavanje zgrade			

7.2.	Da li je planirano investiranje u objekt (popravak fasade, elektro i vodovodnih instalacija, obnova rasvjete i sl.)	NE	DA, za 1g.	DA, za 2-3g.	DA, za 3-4g.	DA, za 5+g.
	Investicija					
	Razdoblje (god)					

7.3. Potreba za poboljšanjem i/ili rekonstrukcijom

7.4. Razlozi, problemi ..(i sl.) za moguće obnavljanje i rekonstrukciju

7.5.	Način financiranja troškova za energiju	plaćanje po stvarnoj potrošnji	paušalno plaćanje po m <sup>2</sup> prostora

7.6.	Korištenje obnovljivih izvora energije	ogrjevno drvo	biomasa*	geotermalna	vjetar	sunce

bioplin

### 3.2. UPITNIK ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA O ENERGETSKIM SVOJSTVIMA NESTAMBENIH ZGRADA

#### UPITNIK ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA O ENERGETSKIM SVOJSTVIMA NESTAMBENIH ZGRADA

<b>Datum</b>		<b>Kontakt osoba</b>
--------------	--	----------------------

#### 1. OSNOVNI PODACI O ZGRADI

1.1.	Naziv i vrsta zgrade					
1.2.	Adresa	Ulica i broj			Grad, Poštanski broj	
		Katastarska četica				
1.3.	Odgovorna osoba	Gdin/gđa				
1.4.	Telefon, fax	Telefon			Fax	
		Moblini telefon			Email	
1.5.	Namjena zgrade					
1.6.	Tip vlasništva	privatno	javno	u najmu	vlasnik=korisnik	broj vlasnika

1.7.	Godina izgradnje		nova		postojeća	
1.8.	Izvođač radova					
1.9.	Godina zadnje rekonstrukcije					
1.10.	Kratki opis izvedene rekonstrukcije					
1.11.	Opće napomene o zatečenom stanju					

1.12.	Izvedba zgrade	samostojeća zgrada	dvojni objekt	interpolirana zgrada	unutar postoj. zgrade	paviljonski tip gradnje	ostalo
-------	----------------	--------------------	---------------	----------------------	-----------------------	-------------------------	--------

1.13.	Osnovni podaci	Ukupni broj etaža					
		Ukupna ploština podne neto površine m <sup>2</sup>					
		Ukupna ploština bruto podne površine m <sup>2</sup>					
		Ploština podne površine karakt. etaže m <sup>2</sup>					
		Ploština korisne površine grijanog prostora zgrade m <sup>2</sup>					
		Ploština korisne površine hlađenog prostora zgrade m <sup>2</sup>					
		Obujam grijanog dijela zgrade m <sup>3</sup>					
		Obujam hlađenog dijela zgrade m <sup>3</sup>					
		Visina etaže m					
		Površina Zona 1 (m <sup>2</sup> ) / (Θi) °C					
		Površina Zona 2 (m <sup>2</sup> ) / (Θi) °C					
		Vrsta konstrukcije	lagana		masivna		
		Radni (boravišni) prostori		m <sup>2</sup>	Skladišta		m <sup>2</sup>
		Stubišta i hodnici		m <sup>2</sup>	Ostalo		m <sup>2</sup>

Priložiti projekt ili nacrt zgrade

1.14.	Opis prostorija	*	*	*	*	*	*
	br. prostorija:						
	procjena ukupne površine:						

\* upisati šifru karakteristične prostorije

1-učionica, 2-kabinet, 3-dvorana, 4-kancelarija, 5-ordinacija, 6-kuhinja, 7-rashladna komora, 8-sanitarije, 9-dnevni boravak, 10-garderoba, 11-spavaonice, 12-blagovaonica, 13-ulazni hall, 14-prodajni prostor, 15-skaldišni prostor, 16-komunikacije, 17-vjetrobran, 18-stubište, 19-hodnik, 20-spremište, 21-skladište, 22-garaža, 23-sportska dvorana, 24-ostalo-navesti

## 2. PODACI O RADU ORGANIZACIJE/USTANOVE/TVRTKE

2.1.	Broj zaposlenih djelatnici, admin. osoblje, i dr.	Broj korisnika/klijenata procijenjena vrijednost	stagnira	raste	pada

2.2.	Rad tijekom godine			Cijele godine		
	siječanj	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj
	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studenj	prosinac

2.3.	Način rada	1-smjena	2-smjene	*ostalo
	Broj radnih dana	tjedno	godišnje	
	Broj radnih sati dnevno			

\*ako postoji više programa, molimo navesti okvirni omjer

## 3. STVARNI KLIMATSKI PODACI

3.1.	<b>Stvarni klimatski podaci</b>	
	Lokacija	
	Broj stupanj dan grijanja SD (Kd/a)	
	Broj dana sezone grijanja Z (d)	
	Srednja vanjska temperatura u sezoni grijanja $\Theta_e$ (°C)	
	Unutarnja projektna temperatura u sezoni grijanja $\Theta_i$ (°C)	

#### 4. KARAKTERISTIKE GRAĐEVNOG ELEMENTA I TOPLINSKA ZAŠTITA ZGRADE

4.1.	Karakteristike građevnog elementa	Materijal *	Ukupna debljina	Debljina sloja toplinske izolacije**	Površina konstrukcije	Koeficijent prolaska topline U (W/m <sup>2</sup> K)	Primjedba o zatečenom stanju
	Vanjski zid sjever						
	Vanjski zid jug						
	Vanjski zid istok						
	Vanjski zid zapad						
	Ravni ili kosi krov						
	Strop prema negrijanom tavanu						
	Zid prema negrijanom prostoru						
	Vanjski zid prema terenu						
	Pod na terenu						
	Strop iznad vanjskog ili negrijanog prostora						

\* a) AB ili beton; b) puna opeka; c) blok opeka; d) lakobet.blokovi; e) kamen; f) drvo ili čelik g) nešto drugo

\*\* a) 0; b) samo toplinska žbuka; c) 2 cm; e) 4 cm; f) 6 cm; g) 8-10 cm, h)10-12 cm, i)12-14 cm, j)14-16 cm, k)16-18 cm, l)18-20 cm, m)20-22 cm

4.2.	Izvedba ostakljenja		jednostruko staklo *A	2 doprozornika s po 1 stak. *B	2-struko obično staklo *C	3-struko obično staklo *D	2-struko izo-staklo *E
Procjena površine ostakljenja prema orijentaciji:	sjever	m <sup>2</sup>					
	jug	m <sup>2</sup>					
	istok	m <sup>2</sup>					
	zapad	m <sup>2</sup>					
Okvir ostakljenja			drveni	PVC	aluminijски	čelični	kombinirani
Koeficijent prolaska topline prozora U (W/m <sup>2</sup> K)			*	*	*	*	*
Izvedba ostakljenja		3-struko izo-staklo *F	2-struko izo-staklo s plin. i low <sub>e</sub> premazom *G	3-struko izo-staklo s plin. i low <sub>e</sub> premazom *H			
Procjena površine ostakljenja prema orijentaciji:	sjever	m <sup>2</sup>					
	jug	m <sup>2</sup>					
	istok	m <sup>2</sup>					
	zapad	m <sup>2</sup>					
Okvir ostakljenja			drveni	PVC	aluminijски	čelični	kombinirani
Koeficijent prolaska topline prozora U (W/m <sup>2</sup> K)			*	*	*	*	*

\*upisati A-G

4.3.	Zaštita od sunca	bez naprave	naprava s unutrašnje strane ili između stakala	naprava s vanjske str.	streha, lođa brisolej	drugo (opisati)
	južno pročelje					
	istočno pročelje					
	zapadno pročelje					

**SUSTAV GRIJANJA, HLAĐENJA, KLIMATIZACIJE, VENTILACIJE,  
PRIPREMA POTROŠNE TOPLE VODE I PITKE VODE**

5.

\*PRIKUPITI KOPIJE TROŠKOVA ZA EL. ENERGIJU, VODU, FOSILNA GORIVA (UGLJEN, NAFTA, PLIN, OGRJEVNO DRVO) ili TROŠKOVE TOPLANE ZA POSLJEDNJE 3 GODINE

5.1. Način grijanja objekta	pojedinačne peći	etažno centr. grijanje	centr. gr. iz kotlovnice	cent.gr. iz toplane

5.2. Vrsta izvora energije za grijanje	Loživo ulje (mazut)	Ekstra lako loživo ulje	Ukapljeni naftni plin	Drvo	Ugljen
*propan butan ** naznačiti ako se koristi gradski plin	Električna energija	Prirodni plin**	Vrela voda / para	Biomasa	Ostalo

5.3. Sustav centralnog grijanja	instalirana snaga kotla kW	starost kotla	starost plamenika

5.4. Broj ogrijevnih tijela	Radijatori	Konvektori	podno ili zidno grijanje	samostojeće grijalice	prijenosne grijalice	peći

5.5. Pojedinačne peći/grijalice na električnu energiju	broj peći/grijalica	vrijednost kW

5.6. Da li postoji i koristi se automatska regulacija temperature	u kotlovnici		u prostorijama		na ogrijevnim tijelima	
	DA	NE	DA	NE	DA	NE

5.7. Temperatura grijanih prostorija $\Theta_i$ (°C)	grijani prostor *	*	*	*	*
	vrijednost	°C	°C	°C	°C

\* upisati šifru karakteristične prostorije

1-učionica, 2-kabinet, 3-dvorana, 4-kancelarija, 5-ordinacija, 6-kuhinja, 7-rashladna komora, 8-sanitarije, 9-dnevni boravak, 10-garderoba, 11-spavaonica, 12-blagovaonica, 13-ulazni hall, 14-prodajni prostor, 15-skaldišni prostor, 16-komunikacije, 17-vjetrobran, 18-stubište, 19-hodnik, 20-spremište, 21-skladište, 22-garaža, 23-sportska dvorana, 24-ostalo-navesti

5.8. Prosječno dnevno trajanje grijanja zimi	grijani prostor *	*	*	*	*
	sat(-a, -) dnevno				

1-učionica, 2-kabinet, 3-dvorana, 4-kancelarija, 5-ordinacija, 6-kuhinja, 7-rashladna komora, 8-sanitarije, 9-dnevni boravak, 10-garderoba, 11-spavaonica, 12-blagovaonica,

5.9. Odvojeno mjerenje potrošnje energije po objektima	ako NE obračunava se	
	DA	NE
	po m <sup>2</sup>	po m <sup>3</sup>
		dogovorno

5.10. Korištenje sustava	grijanja	siječanj	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj
		hlađenja					
	hlađenja	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studenj	prosinac
		grijanja					
	hlađenja						

5.11.	Sustav hlađenja i klimatizacije	nije instaliran	split sustav	multi-split sustav	kompaktni prozorski uređaji	centralizirani sustav	puno kondicioniranje zraka
	Ukupan broj jedinica						
	Ukupna električna snaga kW <sub>el</sub>						
	Ukupna rashladna snaga kW <sub>th</sub>						
	Starost uređaja (god)						
	Samo hlađenje/i grijanje						
	Vrsta agregata (kompresor, apsorber ili dr.)						
	Prosječan COP						

5.12.	Sustav ventilacije	prirodno prozračivanje	lokalna ventilacija	centralizirani sustav ventilacije	ventilacija s rekuperacijom	drugo (opisati)
	Princip rada					
	Broj agregata					
	Ukupna električna snaga kW <sub>el</sub>					
	Starost uređaja (god)					
	Ukupni kapacitet (m <sup>3</sup> /h)					
	Prosječan dnevni rad (h)					
	Volumen ventiliranih prostora					

5.13.	Sustav za pripremu tople vode	u sklopu sustava grijanje	odvojeno za sustava grijanje	od spremnik za toplu vodu	za toplinska izolacija spremnika	toplinska izolacija cijevi	temperatura vode

5.14.	Način pripreme tople vode	Ne koristi se u objektu	pojedinačni bojleri	protočni bojler	kotlovnica	toplana	sun. topl. sustav

5.15.	Izvor energije za pripremu tople vode	loživo ulje mazut	ekstralako loživo ulje	ukapljeni naftni plin*	drvo i sl.
	*propan butan				
	** naznačiti ako se koristi gradski plin	ugljen	električna energija	prirodni plin**	sunčeva energija

5.16.	Priprema PTV električnom energijom	broj bojlera		kom
		snaga		kW

5.17.	Broj priključnih mjesta s toplom vodom	tuš / kada	umivaonik	sudoper	ostalo

5.18.	Broj slavina na izljevnim mjestima	obična	keramička
	jednoručna		
	dvoručna		

5.19.	Broj vodokotlića	20 litara	13 litara	9 litara	5 litara	zapremina
	Senzorski/ručni					kom
	Broj pisoara	senzorski		ručni		kom

**6. MJESTA SPECIFICNE POTROSNJE**

6.1.	Izvor energije u kuhinji	ukapljeni naftni plin*	drvo	ugljen	električna	prirodni plin**	para
	namjena						

\*propan butan \*\* naznačiti ako se koristi gradski plin

a - pećnica, b - ploča, c - plamenik, d - kotao, e - perilica suda, f-ostalo

6.2.	Tip,snaga i profil rada uređaja i aparata za pripremu obroka	Hladnjak, zamrzivač	Rashladna komora	Perilica posuda	Štednjak, pećnica	Kotao
	Snaga (kW)					
	Dnevni rad (h)					
	Broj ciklusa (dnevno)					
	Izvor energije*					

\* ukapljeni naftni plin, drvo, ugljen, električna energija, prirodni plin, para

	Tip,snaga i profil rada uređaja i aparata za pripremu obroka	Friteza	Napa, ventilacija	Ostalo	Ostalo	Broj pripremanih obroka dnevno
	Snaga (kW)					
	Dnevni rad (h)					
	Broj ciklusa (dnevno)					
	Izvor energije*					

6.3.	Tip,snaga i profil rada uređaja i aparata u praonici rublja	Perilica rublja 1	Perilica rublja 2	Sušilica rublja 1	Sušilica rublja 2	Glačalo 1	Glačalo 2
	Snaga (kW)						
	Dnevni rad (h)						
	Broj ciklusa (dnevno)						
	Izvor energije						

**7. KARAKTERISTIKE SUSTAVA RASVJETE I KORISTENIH UREĐAJA**

7.1.	Rasvjeta prostorija	standardna žarulja s žarnom niti	fluorescentna cijev	fluokompaktna žarulja	(Ostalo)	
	Broj					kom
	Pojedinačna snaga					W/kom
	Ukupna snaga					kW
	Tip regulacije					

\*ručno, automatski, fotoosjetnikom,višestupnjevano

7.2.	Vanjska rasvjeta	VTNa 150W, VTHg 125W	Ostalo	Zajedničko/ odvojeno brojilo	
	Broj				kom
	Pojedinačna snaga				W/kom
	Ukupna snaga				kW
	Tip regulacije				

\*ručno, automatski, fotoosjetnikom,višestupnjevano

7.3.	Ukupni broj elektroničkih uređaja	računalo	TV	video	glazb. linija	ostali uređaji (kratak opis)



**8. TROŠKOVI ZA ENERGIJU**

8.1. Ukupna godišnja potrošnja energije prema računima	Toplana	Prirodni plin**	Loživo ulje (mazut)	Ekstra lako lož ulje	Ukapljeni naftni plin*	Drvo
	MWh/god	m <sup>3</sup> /god	l/god	l/god	kg/god	m <sup>3</sup> /god
godina 200__						
godina 200__						
godina 200__						

\*propan butan

\*\* naznačiti ako se koristi gradski plin

Ukupna godišnja potrošnja energije prema računima	Ugljen	Električna energija	Voda	Ostalo
	t/god	kWh/god	m <sup>3</sup> /god	
godina 200__				
godina 200__				
godina 200__				

8.2. Ukupni godišnji troškovi za potrošnju energije prema računima	Toplana	Prirodni Plin**	Loživo ulje (mazut)	Ekstra lako lož ulje	Ukapljeni naftni plin*	Drvo
	godina 200__					
godina 200__						
godina 200__						

\*propan butan

\*\* naznačiti ako se koristi gradski plin

Ukupni godišnji troškovi za potrošnju energije prema računima	Ugljen	Električna energija	Voda	Ostalo
	godina 200__			
godina 200__				
godina 200__				

**9. POTENCIJALI USTEDA**

9.1. Da li postoji plan održavanja	DA	NE	zgrada se ne održava uopće
	Zgradu održava		
Odgovorna osoba za održavanje zgrade			

9.2. Da li je planirano investiranje u objekt (popravak fasade, elektro i vodovodnih)	NE	DA, za 1g.	DA, za 2-3g.	DA, za 3-4g.	DA, za 5+ g.
	Investicija				
Razdoblje (god)					

9.3. Potreba za poboljšanjem i/ili rekonstrukcijom	
--	--

9.4. Razlozi, problemi ..(i sl.) za moguće obnavljanje i rekonstrukciju	
---	--

9.5. Način financiranja troškova za energiju	plaćanje po stvarnoj potrošnji	paušalno plaćanje po m <sup>2</sup> prostora

9.6. Korištenje obnovljivih izvora energije	ogrjevno drvo	biomasa*	geotermalna	vjetar	sunce

\*biomasa = drvni otpad, peleti, sječka, bioplin

## **4. PRILOZI**

Svi navedeni prilozi dani su informativno.

### **4.1. VRSTE ENERGETSKIH PREGLEDA**

Energetski pregledi dijele se prema:

- opsegu i detaljnosti provedenog istraživanja,
- starosti zgrade,
- složenosti tehničkih sustava zgrade,
- namjeni zgrade i karakteristikama potrošnje energije.

#### **4.1.1. ENERGETSKI PREGLEDI PREMA OPSEGU I DETALJNOSTI PROVEDENOG ISTRAŽIVANJA**

Prema opsegu i detaljnosti provedenog istraživanja razlikujemo:

1. preliminarni energetski pregled
2. detaljni energetski pregled

##### **4.1.1.1. PRELIMINARNI ENERGETSKI PREGLED**

Preliminarni energetski pregled zgrade uključuje kratki uvid u stanje energetskih svojstava zgrade, s ciljem utvrđivanja potencijala za povećanje energetske učinkovitosti, odnosno potrebe za provođenjem detaljnog energetskog pregleda. Vizualnim pregledom energetskog stanja vanjske ovojnice i svih tehničkih sustava te kratkom analizom prikupljenih podataka utvrđuju se ključni problemi i sastavljaju preporuke za povećanje energetske učinkovitosti uz ocjenu potrebe za detaljnim energetskim pregledom.

Faze preliminarnog energetskog pregleda:

- pripremna faza – prikupljanje podataka o karakteristikama građevnih dijelova vanjske ovojnice, bitnim energetskim sustavima i troškovima za energiju,
- obilazak zgrade – vizualno utvrđivanje energetskog stanja vanjske ovojnice i svih tehničkih sustava, prepoznavanje osnovnih karakteristika potrošnje energije i mjesta velikih gubitaka energije,

- analiza prikupljenih podataka i završni izvještaj – pregled osnovnih problema u potrošnji energije s kratkim preporukama za povećanje energetske učinkovitosti i utvrđivanje potrebe za provođenjem detaljnog energetskog pregleda.

Preliminarni energetski pregled ne uključuje izračune niti mjerenja i modeliranja potrošnje energije. Osnovni je cilj preliminarnog energetskog pregleda utvrđivanje potencijala za racionalizaciju potrošnje energije i donošenje odluke o potrebi provođenja detaljnog energetskog pregleda.

Za potrebe energetskog certificiranja zgrada potrebno je provesti detaljni energetski pregled. Iz tog razloga ovdje se prikazuje metodologija detaljnog energetskog pregleda, dok se za provedbu preliminarnog energetskog pregleda preporuča primijeniti skraćenu pojednostavnjenu metodologiju.

#### **4.1.1.2. DETALJNI ENERGETSKI PREGLED**

Detaljni energetski pregled uključuje detaljnu energetsku analizu svih građevinskih i tehničkih sustava u zgradi, u skladu s člankom 28 Pravilnika o energetskom certificiranju zgrada. Ovisno o tome da li se analizira postojeća ili nova zgrada, prema prikupljenim podacima ustanovljavaju se energetska svojstva zgrade. Za postojeće zgrade, ovisno o namjeni, mogu se, uz potreban izračun toplinskih potreba zgrade, analizirati i troškovi za energiju kroz optimalno 36 mjeseci kako bi se modelirala potrošnja energije i ustanovile sve energetske potrebe u zgradi. Analiza se može upotpuniti potrebnim mjerenjima potrošnje električne energije, toplinskih gubitaka, zrakopropusnosti zgrade i dr. što je važno za utvrđivanje gubitaka energije u pojedinim sustavima. Predložene mjere za povećanje energetske učinkovitosti potrebno je klasificirati u kategorije prema energetskom, ekonomskom i ekološkom doprinosu, uz izračun jednostavnog perioda povrata ulaganja prema članku 29. Pravilnika o energetskom certificiranju zgrada (NN 113/08). Jednostavni period povrata je omjer procjene potrebnih ulaganja i godišnjih energetskih ušteda u kunama, uz cijenu energije u trenutku analize.

Faze detaljnog energetskog pregleda:

- sastanak i razgovor sa ključnim osobama u zgradi – upraviteljem i korisnicima/vlasnicima,
- pregled postojeće dokumentacije zgrade,
- obilazak i detaljni pregled zgrade uz provođenje potrebnih mjerenja potrošnje, nakon utvrđivanja ključnih nedostataka. Mjerenja vršiti prema potrebi i profilu mjerenja,
- pregled i analiza računa s podacima o potrošnji toplinske i električne energije, te opcionalno potrošnji vode za optimalno 36 mjeseci Analiza i obrada prikupljenih podataka, izračun energetskih svojstava potrebnih za unošenje u energetski certifikat,

- identifikacija mjera poboljšanja energetske svojstava zgrade i povećanja energetske učinkovitosti,
- energetsko, ekonomsko i ekološko vrednovanje predloženih mjera,
- priprema izvještaja sa zaključcima i preporukama.

#### **4.1.2. ENERGETSKI PREGLEDI PREMA STAROSTI ZGRADE**

Prema starosti zgrade razlikujemo:

1. energetske preglede novih zgrada
2. energetske preglede postojećih zgrada

Za potrebe energetskog certificiranja zgrada provodi se detaljni energetski pregled novih i postojećih zgrada. Detaljni energetski pregled novih zgrada za potrebe energetskog certificiranja značajno je jednostavniji, koristi podatke iz projektne dokumentacije i ne uključuje mjere poboljšanja energetske svojstava zgrade, već samo ustanovljava podatke potrebne za izradu energetskog certifikata.

##### **4.1.2.1. ENERGETSKI PREGLEDI NOVIH ZGRADA**

Energetski pregled nove zgrade provodi se uvidom u projektne dokumentaciju, korištenjem podataka iz proračuna u projektu, te utvrđivanja stanja na lokaciji. Analizira se glavni projekt zgrade u dijelu koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu, proračun fizikalnih svojstava zgrade glede racionalne uporabe energije i toplinske zaštite, proračun godišnje potrebne toplinske energije za grijanje zgrade za stvarne klimatske podatke, proračun godišnje potrebne toplinske energije za hlađenje za zgradu s instaliranim sustavom za hlađenje za stvarne klimatske podatke, program kontrole i osiguranja kvalitete, nacrti, te Iskaznica potrebne toplinske energije za grijanje i potrebne toplinske energije za hlađenje.

Podaci iz projekta uspoređuju se sa stvarno izvedenim stanjem u smislu energetske svojstava zgrade, te se analiziraju detalji potencijalnih toplinskih mostova.

U energetskom pregledu novih zgrada nema analize troškova za energiju, ali se mogu provesti određena ispitivanja i mjerenja, po potrebi, kao npr. kontrola kvalitete izvedbe toplinske zaštite i detalja toplinskih mostova infracrvenom termografijom, prema HRN EN 13187. Energetski pregled novih zgrada uključuje samo analizu postojećeg, odnosno projektiranog stanja, bez analize mjera za poboljšanje energetske svojstava zgrada, te kao takav služi kao podloga za izradu energetskog certifikata nove zgrade.

#### **4.1.2.2. ENERGETSKI PREGLEDI POSTOJEĆIH ZGRADA**

Energetski pregled postojećih zgrada vrši se u skladu s ovom Metodologijom u svrhu izrade energetske certifikata zgrade. Kod energetske pregleda postojeće zgrade važnu ulogu ima razdoblje izgradnje i karakteristike gradnje za taj period, vezano na propise o obaveznoj toplinskoj zaštiti zgrada. Energetska svojstva zgrade u smislu potreba za toplinskom energijom potrebno je proračunati, pri čemu se mogu koristiti i tabelarno prikazani koeficijenti prolaska topline za karakteristične građevne dijelove, ovisno o periodu gradnje, dani u prilogu (u tablici 4.10. ove Metodologije).

Kod postojećih zgrada, nakon ustanovljavanja energetske svojstva, potrebno je analizirati:

- smanjenje potreba za energijom u zgradi poboljšanjem toplinskih karakteristika vanjske ovojnice i karakterističnih sustava potrošnje ostalih oblika energije,
- povećanje energetske učinkovitosti predloženih energetske sustava koji koriste fosilna goriva,
- mogućnost korištenja alternativnih izvora energije (obnovljivi izvori energije, daljinsko grijanje i hlađenje, kogeneracija, dizalice topline) prema uvjetima lokacije.

Energetski pregled postojećih zgrada provodi se prema danoj metodologiji, uz pomoć upitnika za prikupljanje podataka, temeljem obilaska lokacije, prikupljanja svih relevantnih ulaznih podataka, te analizom i obradom prikupljenih podataka. Analiza troškova za energiju nije obvezna ali se može provesti za zgrade javne namjene, a preporuča se i kod svih ostalih pregleda, gdje je moguć jednostavan uvid u račune o potrošnji energije. Temeljem prikupljenih podataka provodi se izračun potrebne toplinske energije za grijanje i potrošnu toplu vodu, a dobiveni podaci koriste se pri izradi energetske certifikata.

#### **4.1.3. ENERGETSKI PREGLEDI PREMA SLOŽENOSTI TEHNIČKIH SUSTAVA**

Prema složenosti tehničkih sustava, u skladu s Pravilnikom o uvjetima i mjerilima za osobe koje provode energetske preglede i energetske certificiranje zgrada, razlikujemo:

1. energetski pregled zgrade s jednostavnim tehničkim sustavom
2. energetski pregled zgrade sa složenim tehničkim sustavom

Ova metodologija daje razradu procedure za energetske preglede zgrada sa složenim tehničkim sustavima, dok se za zgrade s jednostavnim tehničkim sustavom primjenjuje ista metodologija, samo pojednostavnjena prema situaciji. Primjeri upitnika za prikupljanje podataka (u prilogu) razrađeni su za karakterističnu etalonsku stambenu i nestambenu zgradu, te se mogu po potrebi dopunjavati kod karakterističnih energetske tehničkih sustava.

#### **4.1.4. ENERGETSKI PREGLEDI PREMA NAMJENI ZGRADE I KARAKTERISTIKAMA POTROŠNJE ENERGIJE**

Osnovna podjela zgrada je na stambene i nestambene zgrade. Podjela zgrada prema namjeni i načinu potrošnje energije dana je stavom 2. člankom 5. Pravilnika o energetske certifikiranju zgrada (NN 113/08).

Kod energetske pregleda zgrada treba obratiti pozornost na prikupljanje svih relevantnih ulaznih podataka o karakteristikama potrošnje energije zgrade određene namjene Osnovna karakteristika energetske pregleda-zgrade je analiza i obrada prikupljenih podataka o zgradi i izračun godišnjih energetske potreba za grijanje i potrošnu toplu vodu, te se temeljem prikupljenih podataka provodi izračun godišnjih energetske potreba za grijanje i potrošnu toplu vodu, prema HRN EN 13790:2008. Prema potrebi, moguće je provesti i određena mjerenja radi ustanovljavanja kvalitete izvedbe, kod novih zgrada, odnosno identifikacije problema i točnijeg utvrđivanja energetske svojstava kod postojećih zgrada. Nije obvezno, ali za zgrade javne namjene mogu se analizirati i podaci o troškovima za energiju, kroz optimalno 36 mjeseci.

## 4.2. OGRJEVNE VRIJEDNOSTI

	Jedinica Unit	kcal	MJ	kgen kgoe	kgeu kgce
Kameni ugljen Hard coal	kg	5 800-7 000	24,28-29,31	0,580-0,700	0,829-1,000
Kameni ugljen za koksiranje Coking coal	kg	7 000	29,31	0,700	1,000
Mrki ugljen Brown coal	kg	4 000-4 600	16,75-19,26	0,400-0,460	0,571-0,657
Lignit Lignite	kg	2 300-3 000	9,63-12,56	0,230-0,300	0,329-0,429
Koks Coke oven coke	kg	6 300-7 000	26,38-29,31	0,630-0,700	0,900-1,000
Ogrjevno drvo Fuel wood	dm <sup>3</sup>	2 150	9,00	0,215	0,307
Biodizel Biodiesel	kg	8 837	37,00	0,884	1,262
Deponijski plin Landfill Gas	m <sup>3</sup>	4 060	17,00	0,406	0,580
Prirodni plin Natural gas	m <sup>3</sup>	8 120-8 570	34-35,88	0,812-0,857	1,160-1,224
Sirova nafta Crude oil	kg	10 127	42,40	1,013	1,447
Ukapljeni plin Liquefied petroleum gases	kg	11 200	46,89	1,120	1,600
Motorni benzin Motor gasoline	kg	10 650	44,59	1,065	1,521
Primarni benzin Naphtha	kg	10 650	44,59	1,065	1,521
Petrolej Kerosene	kg	10 500	43,96	1,050	1,500
Mlazno gorivo Jet fuel	kg	10 500	43,96	1,050	1,500
Ekstralako loživo ulje Light heating oil	kg	10 200	42,71	1,020	1,457
Dizelsko gorivo Diesel oil	kg	10 200	42,71	1,020	1,457
Loživo ulje Fuel oil	kg	9 600	40,19	0,960	1,371
Naftni koks Petroleum coke	kg	7 400	31,0	0,740	1,057
Ostali derivati Other products	kg	8 000-9 600	33,49-40,19	0,800-0,960	1,143-1,371
Rafinerijski plin Refinery gas	kg	11 600	48,57	1,160	1,657
Etan Ethane	kg	11 300	47,31	1,130	1,614
Koksni plin Coke oven gas	m <sup>3</sup>	4 278	17,91	0,428	0,611
Gradski plin Gas works gas	m <sup>3</sup>	6 630	27,76	0,663	0,947
Visokopećni plin Blast furnace gas	m <sup>3</sup>	860	3,60	0,086	0,123
Električna energija Electricity	kWh	860	3,60	0,086	0,123

kcal	1 000 kalorija 1 000 Calories
MJ	1 000 000 džula 1 000 000 Joules
kgen kgoe	1 kg ekvivalentne nafte 1 kg of oil equivalent
kgeu kgce	1 kg ekvivalentnog ugljena 1 kg of coal equivalent

*Izvor: Energija u Hrvatskoj 2007, godišnji energetske pregled*

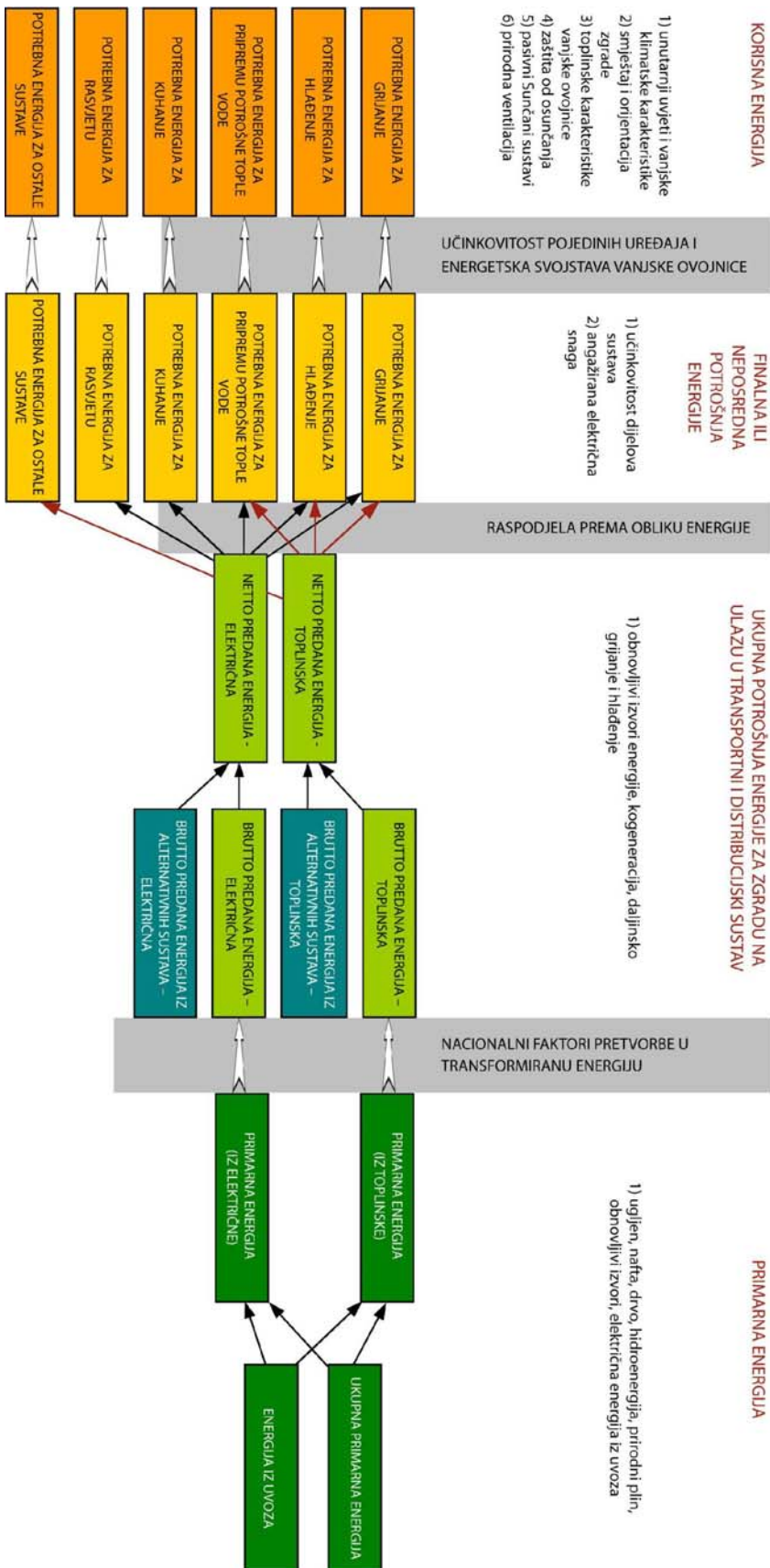
### 4.3. PRETVORBENI FAKTORI

	kcal	kJ	kWh	kgoe	kgce
1 kcal =	1	4,1868	$1,163 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$	$1,4286 \times 10^{-4}$
1 kJ =	0,2388	1	$2,7778 \times 10^{-4}$	$2,3885 \times 10^{-5}$	$3,4121 \times 10^{-5}$
1 kWh =	859,845	3 600	1	$85,9845 \times 10^{-3}$	0,1228
1 kgen =	10 000	41 868	11,63	1	1,4286
1 kgeu =	7 000	29 307,6	8,141	0,7	1

*Izvor: Energija u Hrvatskoj 2007, godišnji energetske pregled*



## 4.4. SHEMA TOKA ENERGIJE



## 4.5. FAKTORI PRETVORBE PRIMARNE ENERGIJE

### INFORMATIVNI FAKTORI IZ NORME HRN EN 15603

	Faktor pretvorbe primarne energije $f_p$		CO <sub>2</sub> koeficijent emisije K
	Neobnovljivo	Ukupno	[kg/MWh]
Loživo ulje	1,35	1,35	330
Prirodni plin	1,36	1,36	277
Antracit	1,19	1,19	394
Lignit	1,4	1,4	433
Ugljen	1,53	1,53	467
Blanjevina	0,06	1,06	4
Cjepanice	0,09	1,09	14
Bukovo drvo	0,07	1,07	13
Crnogorično drvo	0,1	1,1	20
Električna energija iz hidroelektrana	0,5	1,5	7
Električna energija iz nuklearnih elektrana	2,8	2,8	16
Električna energija iz termoelektrana na ugljen	4,05	4,05	1340
Električna energija (kombinacija svih izvora UCPTTE)	3,14	3,31	617

**Napomena:** Ovi faktori uključuju energiju za izgradnju sustava za transformaciju i prijenos energije potrebne za transformaciju primarne energije i njenu isporuku (Izvor: HR EN 15603/Oekoinvetare fur Energiesysteme – ETH Zurich[1996])

### FAKTORI PRIMARNE ENERGIJE IZ PRAVILNIKA O ENERGETSKOM CERTIFICIRANJU ZGRADA

PRIMARNA ENERGIJA $E_{prim}$ [kWh/a]	Izvor energije		Faktor primarne energije
		Gorivo	Lako loživo ulje
Prirodni plin			1,1
Ukapljeni plin			1,1
Kameni ugljen			1,1
Mrki ugljen			1,2
Drvo			0,2
Lokalna/daljinska toplina iz TO-TE		Fosilno gorivo	0,7
		Obnovljivo gorivo	0
Lokalna/daljinska toplina iz kotlovnice/toplane		Fosilno gorivo	1,3
		Obnovljivo gorivo	0,1
Električna energija			3,0 (2,0 pri korištenju akumulacijskih sustava grijanja)

Do donošenja nacionalnih faktora pretvorbe preporuča se koristiti tablica iz Pravilnika o energetskom certificiranju zgrada.

## 4.6. FAKTORI EMISIJE CO<sub>2</sub>

Tablica 1: Faktori emisije CO<sub>2</sub> za različita fosilna goriva prema IPCC metodologiji

Izvor energije	EF <sub>C</sub> [kgC/GJ]	H <sub>d</sub> [MJ/kg(m <sup>3</sup> )]	O <sub>C</sub> [-]	EF <sub>C</sub> · O <sub>C</sub> · 44/12 [kgCO <sub>2</sub> /GJ]
Ekstra lako loživo ulje*	20,2	42,71	0,99	73,33
Loživo ulje*	21,1	40,19	0,99	76,59
Ukapljeni plin	17,2	46,89	0,99	62,44
Kameni ugljen	25,8	24,90	0,98	92,71
Mrki ugljen	26,2	19,03	0,98	94,15
Lignit	27,6	11,72	0,98	99,18
Prirodni plin	15,3	34,00	0,995	55,82

\* - ekstra lako i lako loživo ulje su grupirani i prikazani kao ekstra lako loživo ulje, a srednje i teško loživo ulje kao loživo ulje

Tablica 2: Specifični faktori emisije CO<sub>2</sub> po jedinici goriva i jedinici korisne topline

Izvor energije	Faktor emisije CO <sub>2</sub>		
	po prirodnoj jedinici goriva [kgCO <sub>2</sub> /kg (ili m <sup>3</sup> )]	po energetske jedinici goriva [kgCO <sub>2</sub> /kWh]	po jedinici korisne topline [kgCO <sub>2</sub> /kWh]
Ekstra lako loživo ulje*	3,13	0,264	0,318
Loživo ulje*	3,08	0,276	0,332
Ukapljeni plin	2,93	0,225	0,264
Kameni ugljen	2,31	0,334	0,439
Mrki ugljen	1,79	0,339	0,446
Lignit	1,16	0,357	0,470
Prirodni plin	1,90	0,201	0,236

\* - ekstra lako i lako loživo ulje su grupirani i prikazani kao ekstra lako loživo ulje, a srednje i teško loživo ulje kao loživo ulje

Tablica 3: Specifični faktori emisije CO<sub>2</sub> za električnu energiju

Izvor energije	Faktor emisije CO <sub>2</sub>	
	po jedinici električne energije [kgCO <sub>2</sub> /kWh]	po jedinici korisne topline [kgCO <sub>2</sub> /kWh]
Električna energija	0,376	0,383

\* - prosjek za razdoblje od 2005. do 2007. godine prema podacima HEP-a (Godišnje izvješće HEP-a)

Tablica 4: Specifični faktori emisije CO<sub>2</sub> za toplinu

Izvor energije	Faktor emisije CO <sub>2</sub>
	po jedinici finalne energije (ili korisne topline) [kgCO <sub>2</sub> /kWh]
Javne toplane - Zagreb*	0,257
Javna toplana - Osijek*	0,265
Javna kotlovnica - ekstra lako loživo ulje	0,343
Javna kotlovnica - loživo ulje	0,359
Javna kotlovnica - prirodni plin	0,261
Javne kotlovnice - prosjek za Hrvatsku*	0,300

- - prosjek za razdoblje od 2005. do 2007. godine prema podacima iz energetskih bilanci (Energija u Hrvatskoj)

## 4.7. NAJVEĆE DOPUŠTENE VRIJEDNOSTI KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE „U“

**Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline,  $U$  [ $W/(m^2K)$ ], građevnih dijelova novih zgrada, malih zgrada ( $AK < 50 m^2$ ) i nakon zahvata na postojećim zgradama**

Redni broj	Građevni dio	$U$ [ $W/(m^2K)$ ]			
		$\Theta_i \geq 18\text{ °C}$		$12\text{ °C} < \Theta_i < 18\text{ °C}$	
		$\Theta_{e.mi, \min} > 3\text{ °C}$	$\Theta_{e.mi, \min} \leq 3\text{ °C}$	$\Theta_{e.mi, \min} > 3\text{ °C}$	$\Theta_{e.mi, \min} \leq 3\text{ °C}$
1.	Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, tavanu	0,60	0,45	0,75	0,75
2.	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja	1,80	1,80	3,00	3,00
3.	Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema tavanu	0,40	0,30	0,50	0,40
4.	Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	0,40	0,30	0,50	0,40
5.	Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od $0\text{ °C}$	0,65	0,50	2,00	2,00
6.	Zidovi prema tlu, podovi na tlu	0,501	0,501	0,801	0,651)
7.	Vanjska vrata, vrata prema negrijanom stubištu, s neprozirnim vratnim krilom	2,90	2,90	2,90	2,90
8.	Stjenka kutije za rolete	0,80	0,80	0,80	0,80
9.	Stropovi između stanova, stropovi između grijanih radnih prostorija različitih korisnika	1,40	1,40	1,40	1,40

**Izvor: Tehnički propis o racionalnoj upotrebi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 110/08)**

#### 4.8. PROJEKTNE VRIJEDNOSTI TOPLINSKE PROVODLJIVOSTI ZA NEKE TOPLINSKO IZOLACIJSKE MATERIJALE, USPOREDBA RELATIVNIH TROŠKOVA

Projektne vrijednosti toplinske provodljivosti za neke toplinsko izolacijske materijale,  $\lambda$  [W/(m·K)], , približne vrijednosti faktora otpora difuziji vodene pare, te usporedba relativnih troškova za ugradnju

TOPLINSKO IZOLACIJSKI MATERIJAL	GUSTOĆA $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	TOPLINSKA PROVODLJIVOST $\lambda$ [W/mK]	POTREBNA DEBLJINA [cm] ZA $U = 0,35$ W/m <sup>2</sup> K	FAKTOR OTPORA DIFUZIJI VODENE PARE $\mu$	REL. TROŠAK ZA $U = 0,35$ W/m <sup>2</sup> K
mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162 (kamena i staklena vuna)	10 do 200	0,035 do 0,050	9-11	1	1
ekspandirani polistiren (EPS) prema HRN EN 13163 (stiropor)	15 do 30	0,035 do 0,040	9-10	60	0,80
ekstrudirana polistirenska pjena (XPS) prema HRN EN 13164	≥ 25	0,030 do 0,040	8-10	150	2,5
tvrda poliuretanska pjena (PUR) prema HRN EN 13165	≥ 30	0,020 do 0,040	7-9	60	5-8
fenolna pjena (PF) prema HRN EN 13166	≥ 30	0,030 do 0,045	8-10	50	
ćelijasto (pjenasto) staklo (CG) prema HRN EN 13167	100 do 150	0,045 do 0,060	10-15	∞	
drvena vuna (WW) prema HRN EN 13168	360 do 460	0,065 do 0,090	16-20	3/5	4-6
drvena vuna (WW) prema HRN EN 13168, debljina ploča 15 mm ≤ d ≤ 25 mm	550	0,15		4/8	
ekspandirani perlit (EPB) prema HRN EN 13169	140 do 240	0,040 do 0,065	10-16	5	1,5-2,0
ekspandirano pluto (ICB) prema HRN EN 13170	80 do 500	0,045 do 0,055	11-14	5/10	2,0-3,0
drvena vlakanca (WF) prema HRN EN 13171	110 do 450	0,035-0,070	10-18	5/10	
ovčja vuna	15 do 60	0,040	10-11	1-2	-
slama	-	0,090 do 0,130	20-35	-	-
lan		0,037			
<b>SPECIJALNI TOPLINSKO IZOLACIJSKI MATERIJALI</b>					
TRANSPARENTNA TOPLINSKA IZOLACIJA	Toplinska izolacija (polikarbonat i sl.) koja omogućava prijem sunčeve energije i prijenos u zgradu, a istovremeno sprečava kao i obična toplinska izolacija gubitke topline iz zgrade. Posebno je korisna za izoliranje južnog				

	<p>fasadnog zida. Presjek materijala transparentne izolacije sadrži sitne kapilarne cijevi koje idu poprečno s jedne na drugu stranu ploče. Postavljanjem u presjek vanjskog zida stvara se gusta mreža kanala koji omogućuju prodor sunčevih zraka i time grijanje masivnih dijelova zidova. Na ovaj način akumulirana toplina koristi se za zagrijavanje prostora, pri čemu se učinak može dodatno pojačati postavljanjem izo-stakla i toplinske rolete u zračni sloj ispred transparentne izolacije.</p>			
VAKUUMSKA TOPLINSKA IZOLACIJA	<p>Kod konvencionalne toplinske izolacije se dobra izolacijska svojstva postižu uz pomoć zraka koji se nalazi u poroznom materijalu. Ako odstranimo zrak iz materijala, izolacijska svojstva se povećavaju zbog vakuuma. Za to se koriste stisnuta staklena vlakna, polistirenska pjena i sl. Vakuumska izolacija radi se u modularnim panelima, a zbog izuzetnih izolacijskih svojstava potrebne su znatno manje debljine od konvencionalne toplinske izolacije za ista toplinska svojstva. Ova je izolacija još uvijek vrlo skupa i primjenjuje se najviše kod sanacija objekata gdje nije moguće ugraditi veće debljine izolacije zbog npr spomeničke vrijednosti objekta.</p>			
AEROGEL NANOGEL	<p>Aerogel je izuzetan materijal, još uvijek u eksperimentalnoj primjeni u graditeljstvu, nalik smrznutom dimu koji ima najvisu vrijednost toplinske izolacije, najnižu gustocu, najnižu provodljivost zvuka, najniži indeks loma svjetlosti i najnižu dielektricnu konstantu od svih danas poznatih cvrstih materijala. Izuzetno lagana kruta pjena, nastaje iz gela (silicij, aluminij, krom kositar ili ugljik) u kojem se tekuća komponenta zamjenjuje plinovitom (zrak ili vakuum). Krute rešetkaste strukture molekula, ali lomljiv na pritisak. Moguće su različiti stupnjevi transparentnosti, a najčešće je polutransparentan. Vatrotoporan. Higroskopian. Izuzetno dobar toplinski izolator jer gotovo u potpunosti sprečava sva tri mehanizma prijenosa topline: zrak ne može strujati kroz strukturu materijala (konvekcija), kao materijal slabo provodi toplinu (kondukcija), a ako sadrži ugljik koji apsorbira IC zračenje ne prenosi toplinu (zračenje). Rezultati eksperimentalne primjene aerogela u graditeljstvu pokazuju kako će to biti najlakši građevinski materijal i izuzetno kvalitetna sirovina za proizvodnju izolacijskih materijala. Zbog visoke transparentnosti imat će značajnu ulogu i u proizvodnji prozora i vrata, ostakljenih stijena i svjetlarnika.</p>			
	1 – 1,9 mg/cm <sup>3</sup>	0,004 – 0,03		

U tablici je dan pregled najčešćih toplinsko izolacijskih materijala, njihove toplinske karakteristike, potrebne debljine za postizanje istog nivoa toplinske zaštite, te relativni trošak za takav nivo toplinske zaštite po m<sup>2</sup> izolacije. Analizirani usporedni troškovi se odnose na toplinsku izolaciju vanjskog zida.

## 4.9. VRSTE I TEHNIČKE KARAKTERISTIKE OSTAKLJENJA

VRSTE I TEHNIČKE KARAKTERISTIKE OSTAKLJENJA				
OSTAKLJENJE	TEHNIČKI OPIS	DEBLJINE STAKLA PO SLOJEVIMA [mm]	PRIBLIŽNA POVRŠINSKA TEMP. [°C]	KOEF. PROLASKA TOPLINE $U$ [W/m <sup>2</sup> K]
JEDNOSTRUKO OSTAKLJENJE	jednostruko staklo	<b>6</b>	- 2,00	5,80
DVOSTRUKO IZO STAKLO	dvostruko izo staklo	4/12/4	8,00	3,00
DVOSTRUKO TOPLINSKO IZOLACIJSKO STAKLO LE $\epsilon = 0,16$	dvostruko izo staklo s metalnom folijom	4/14/4	12,0	1,60
DVOSTRUKO TOPLINSKO IZOLACIJSKO STAKLO Ar, LE $\epsilon = 0,1$	dvostruko izo staklo s ispunom od argona i metalnom folijom	4/16/4	14,00	1,20-1,50
TROSTRUKO TOPLINSKO IZOLACIJSKO STAKLO Kr, LE $\epsilon = 0,1 - 0,05$	trostruko izo staklo s ispunom od kriptona i dvije met. folije	4/8/4/8/4 4/10/4/10/4	17,00 18,00	0,70-0,80 0,50-0,60
DVOSTRUKO TOPLINSKO I ZVUČNO IZOLACIJSKO STAKLO SF <sub>6</sub> , Ar, LE $\epsilon = 0,1$	dvostruko izo staklo s ispunom plinovima za povećanje topl. i zv. izolacije i s met. folijom	6/16/4	14,00 13,00	1,30-1,50 1,50-2,00
DVOSTRUKO TOPLINSKO I ZVUČNO IZOLACIJSKO STAKLO SF <sub>6</sub> , Ar, LE $\epsilon = 0,1$	dvostruko izo staklo s laminiranim staklom izvana i ispunom plinovima za povećanje toplinske i zvučne izolacije te s met. folijom	LAM 9/16/6	13,00	1,60-1,80
DVOSTRUKO TOPLINSKO I ZVUČNO IZOLACIJSKO STAKLO SF <sub>6</sub> , LE $\epsilon = 0,1$	dvostruko izo staklo s lam. staklom izvana i iznutra i ispunom plinovima za pov. zvučne izolacije te s met. folijom	LAM12/20/LAM10	11,00	2,00-2,20
DVOSTRUKO STAKLO SA ZAŠTITOM OD SUNCA Ar, LE $\epsilon = 0,1$	dvostruko izo staklo s ispunom od argona i metalnom folijom	6/12/6	14,00	1,50-1,60

$\theta_i = 20^\circ\text{C}$

$\theta_e = -5^\circ\text{C}$

#### 4.10. KOEFICIJENTI PROLASKA TOPLINE ZA KARAKTERISTIČNE GRAĐEVNE DIJELOVE

VANJSKI ZID, PREMA GARAŽI ILI TAVANU,			VANJSKI ZID S TOPLINSKOM IZOLACIJOM I ZAVRŠNOM ŽBUKOM (ETICS SUSTAV, kamena vuna)						
Materijal	$d$	$U$	$d=8$ cm	$d=10$ cm	$d=12$ cm	$d=14$ cm	$d=16$ cm	$d=18$ cm	$d=20$ cm
	[cm]	[W/m <sup>2</sup> K]	$U$ , [W/m <sup>2</sup> K]						
<b>KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE DO 1940.g. KONTINENTALNA HRVATSKA</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Puna opeka (obostrano ožbukana)	30	<b>1,89</b>	0,41	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19
	45	<b>1,40</b>	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18
	60	<b>1,16</b>	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19	0,18
	80	<b>0,87</b>	0,33	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17
<b>KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE DO 1940.g. PRIMORSKA HRVATSKA</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Kamen (obostrano ožbukana)	30	<b>2,51</b>	0,44	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19
	50	<b>1,85</b>	0,41	0,34	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19
	65	<b>1,54</b>	0,39	0,33	0,29	0,25	0,23	0,20	0,18
	80	<b>1,32</b>	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18
Kamen (iznutra ožbukana)	30	<b>2,53</b>	0,44	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19
	50	<b>1,86</b>	0,41	0,34	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19
	65	<b>1,53</b>	0,39	0,33	0,29	0,25	0,23	0,20	0,18
	80	<b>1,33</b>	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18
<b>KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE POSLIJE 1940.g</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Puna opeka (obostrano ožbukana)	30	<b>1,89</b>	0,41	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19
Armirani beton (iznutra ožbukana 1,5 cm)	16/20/25	<b>4,05/3,82/3,56</b>	0,46	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20
	30/40/50	<b>3,33/2,95/2,65</b>	0,45	0,37	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19
Betonski bloketi (obostrano žbukani)	25	<b>1,61</b>	0,40	0,34	0,29	0,25	0,23	0,20	0,19
<b>KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE POSLIJE 1970.g.</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						



Šuplja opeka (obostrano ožbukana)	25	<b>1,62</b>	0,40	0,34	0,29	0,25	0,23	0,20	0,19
	35	<b>1,21</b>	0,37	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18
<b>KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE OD 1970.g. DO 2006.g.</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Šuplja opeka 29 cm s termoizolacijskom žbukom 4 cm	35	<b>0,86</b>	0,32	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17
Šuplja opeka 29 cm s tankoslojnom fasadom (4-6)+0,8 cm - DEMIT	36	<b>0,55</b>	0,36	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17
Sendvič zid (fasadna opeka 12 cm, t.i. 3 cm , ab 15 cm)	30	<b>1,13</b>	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19	0,18
Sendvič zid (šuplja opeka 19 cm, t.i. 5 cm, fasadna opeka 12 cm)	40	<b>0,47</b>	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15
Sendvič zid (šuplja opeka 29 cm, t.i. 5 cm, fasadna opeka 12 cm)	48	<b>0,44</b>	0,33	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17
Sendvič zid s ventiliranom šupljinom (šuplja opeka 19 cm, t.i.. 3 cm, ventilirana šupljina 3 cm,fasadna opeka 12 cm) *dodatnu toplinsku izolaciju izvesti prije ventilirane šupljine	40	<b>0,84</b>	0,29	0,25	0,22	0,19	0,18	0,16	0,15
Sendvič zid s ventiliranom šupljinom (šuplja opeka 29 cm, t.i.. 3 cm, ventilirana šupljina 3 cm,fasadna opeka 12 cm) *dodatnu toplinsku izolaciju izvesti prije ventilirane šupljine	47	<b>0,65</b>	0,34	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17
Sendvič zid s ventiliranom šupljinom (ab 15 cm, t.i. 3 cm, ventilirana šupljina 3 cm, ab 5 cm) *dodatnu toplinsku izolaciju izvesti prije ventilirane šupljine	23	<b>1,52</b>	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17
Zidovi od laganog betona (porobeton) obostrano žbukani	20	<b>1,22</b>	0,37	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18
	25	<b>0,99</b>	0,34	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17

POD NA TLU			POD NA TLU TOPLINSKI IZOLIRAN						
Materijal	$d$	$U$	$d=8$ cm	$d=10$ cm	$d=12$ cm	$d=14$ cm	$d=16$ cm	$d=18$ cm	$d=20$ cm
	[cm]	[W/m <sup>2</sup> K]	$U$ , [W/m <sup>2</sup> K]						
<b>KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA DO 1970.g.</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Pod na tlu	17	<b>2,67</b>	0,42	0,35	0,30	0,26	0,23	0,20	0,19
<b>KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA OD 1970.g. DO 2006.g.</b>									
Pod na tlu + t.i. 3 cm	20	<b>0,89</b>	0,42	0,35	0,30	0,26	0,23	0,20	0,19

ZID PREMA NEGRIJANOM STUBIŠTU			TOPLINSKI IZOLIRAN ZID PREMA NEGRIJANOM STUBIŠTU						
Materijal	$d$	$U$	$d=8$ cm	$d=10$ cm	$d=12$ cm	$d=14$ cm	$d=16$ cm	$d=18$ cm	$d=20$ cm
	[cm]	[W/m <sup>2</sup> K]	$U$ , [W/m <sup>2</sup> K]						
<b>KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA DO 1970.g.</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Puna opeka (obostrano ožbukana)	30	<b>1,64</b>	0,40	0,33	0,29	0,25	0,23	0,20	0,19
Šuplja opeka (obostrano ožbukana)	25	<b>1,42</b>	0,40	0,34	0,29	0,25	0,23	0,20	0,19
Armirani beton (obostrano ožbukani 1,5 cm)	16/20/25	<b>2,97/2,84/2,70</b>	0,46	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20
	30/40/50	<b>2,56/2,33/2,14</b>	0,45	0,37	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19

VANJSKI ZID PREMA TERENU			VANJSKI ZID PREMA TERENU TOPLINSKI IZOLIRAN						
Materijal	$d$	$U$	$d=8$ cm	$d=10$ cm	$d=12$ cm	$d=14$ cm	$d=16$ cm	$d=18$ cm	$d=20$ cm
	[cm]	[W/m <sup>2</sup> K]	$U$ , [W/m <sup>2</sup> K]						
<b>KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA DO 1970.g.</b>			<b>POBOLJŠANJE IZVEDBOM T.I. OD XPS-a</b>						
Armirani beton	16/20/25	<b>5,21/4,83/4,42</b>	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15
	30/40/50	<b>4,08/3,52/3,11</b>	0,34	0,28	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14
Puna opeka	60	<b>1,15</b>	0,28	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15	0,12
	80	<b>0,89</b>	0,26	0,22	0,20	0,17	0,16	0,14	0,13
<b>KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA OD 1987.g. DO 2006.g.</b>			<b>POBOLJŠANJE IZVEDBOM T.I. OD XPS-a</b>						
Beton s toplinskom izolacijom 5 cm i obzidom od opeke 6 cm	37	<b>0,50</b>	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12

STROP PREMA NEGRIJANOM TAVANU ILI PODRUMU			STROP PREMA NEGRIJANOM TAVANU TOPLINSKI IZOLIRAN						
Materijal	$d$	$U$	$d=8$ cm	$d=10$ cm	$d=12$ cm	$d=14$ cm	$d=16$ cm	$d=18$ cm	$d=20$ cm
	[cm]	[W/m <sup>2</sup> K]	$U$ , [W/m <sup>2</sup> K]						
<b>KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE DO 1940.g</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Drveni strop 40 cm s ispunom od pijeska ili šute, obloga od punih opečnih elemenata 6 cm	50	<b>1,16</b>	0,33	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16
Strop od punih opečnih elemenata 25 cm	35	<b>1,46</b>	0,38	0,32	0,28	0,24	0,22	0,20	0,18

KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE DO 1970.g			POBOLJŠANJE						
Sitnobrečasti strop d ploče=6 cm, $h_{uk}=40$ cm	40	<b>4,20</b>	0,44	0,36	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19
KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE DO 1987.g			POBOLJŠANJE						
Opečni elementi 14 cm + betonska ploča 6 cm	22 cm	<b>1,66</b>	0,38	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17
Beton 16 cm, iznutra ožbukani	18	<b>3,55</b>	0,43	0,35	0,30	0,26	0,23	0,20	0,18

STROP IZNAD VANJSKOG PROSTORA			STROP PREMA OTVORENOM PROSTORU TOPLINSKI IZOLIRAN						
Materijal	$d$ [cm]	$U$ [W/m <sup>2</sup> K]	$d=8$ cm	$d=10$ cm	$d=12$ cm	$d=14$ cm	$d=16$ cm	$d=18$ cm	$d=20$ cm
<b>KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA OD 1940.g. DO 1987.g.</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Opečni elementi 14 cm + betonska ploča 6 cm	29 cm	<b>1,41</b>	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18
Armirani beton 16 cm	25	<b>2,19</b>	0,42	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19
<b>KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA OD 1987.g. DO 2008.g.</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Opečni elementi 14 cm + betonska ploča 6 cm + t.i. 3 cm	32	<b>0,68</b>	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16

STROP IZMEĐU STANOVA			STROP IZMEĐU STANOVA TOPLINSKI IZOLIRAN						
Materijal	$d$	$U$	$d = 2\text{ cm}$	$d = 4\text{ cm}$	$d = 6\text{ cm}$	$d = 8\text{ cm}$	$d = 10\text{ cm}$	$d = 12\text{ cm}$	$d = 14\text{ cm}$
	[cm]	[W/m <sup>2</sup> K]	$U, [\text{W/m}^2\text{K}]$						
<b>KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Opečni elementi 14 cm + betonska ploča 6 cm + EPS 2 cm	29 cm	<b>1,30</b>	0,72	0,52	0,41	0,34	0,29	0,25	0,22
Armirani beton 16 cm + EPS 2 cm	25	<b>1,94</b>	0,88	0,61	0,46	0,37	0,31	0,27	0,24

KOSI KROV (STAMBENI PROSTOR ISPOD KROVA)			KOSI KROV (STAMBENI PROSTOR ISPOD KROVA) TOPLINSKI IZOLIRAN						
Materijal	$d$	$U$	$d = 8\text{ cm}$	$d = 10\text{ cm}$	$d = 12\text{ cm}$	$d = 14\text{ cm}$	$d = 16\text{ cm}$	$d = 18\text{ cm}$	$d = 20\text{ cm}$
	[cm]	[W/m <sup>2</sup> K]	$U, [\text{W/m}^2\text{K}]$						
<b>KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA OD 1970.g.</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Drvene grede ispunjene t.i. 5 cm	7,5	<b>0,63</b>	0,27	0,24	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15
<b>KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE OD 1970.g.</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Opečni elementi + betonska ploča	$d = 20\text{ cm}$ (14+6)	<b>1,92</b>	0,40	0,33	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18
Beton iznutra ožbukano	16	<b>4,05</b>	0,44	0,36	0,30	0,26	0,23	0,20	0,18

RAVNI KROV (STAMBENI PROSTOR ISPOD KROVA)			KOSI KROV (STAMBENI PROSTOR ISPOD KROVA) TOPLINSKI IZOLIRAN						
Materijal	$d$	$U$	$d = 8 \text{ cm}$	$d = 10 \text{ cm}$	$d = 12 \text{ cm}$	$d = 14 \text{ cm}$	$d = 16 \text{ cm}$	$d = 18 \text{ cm}$	$d = 20 \text{ cm}$
	[cm]	[W/m <sup>2</sup> K]	$U, \text{ [W/m}^2\text{K]}$						
<b>KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE OD 1940.g.</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Montažna ploča 20 cm, t.i. 3 cm, cementni estrih i h.i.	32	<b>0,76</b>	0,30	0,26	0,23	0,20	0,18	0,17	0,16
Betonska ploča 16 cm, t.i. 3 cm, cementni estrih i h.i.	28	<b>0,96</b>	0,32	0,28	0,24	0,22	0,19	0,18	0,16

PROZORI	OKVIR		OSTAKLJENJE						
			do 1970.g.		do 1987.g.		do 2006.g.	od 2006.g.	
Materijal	$d$ [cm]	$U$ [W/m <sup>2</sup> K]	1-struko ostakljenje (4 mm) bez brtvljenja	2 x 1-struko ostakljenje (4 mm) 2 doprozornika d=30 cm bez brtvljenja	2-struko obično ostakljenje (4/6-8/4 mm) bez brtvljenja	3-struko obično ostakljenje bez brtvljenja (4/6-8/4/6-8/4 mm)	2-struko izolacijsko staklo (4/10-16/4 mm) i 2-strukim brtvljenjem	2-struko izolacijsko staklo (4/16/4 mm) s plinovitim punjenjem, low <sub>e</sub> premazom i 3-strukim brtvljenjem	3-struko izolacijsko staklo (4/16/4/16/4 mm) s plinovitim punjenjem, low <sub>e</sub> premazom i 3-strukim brtvljenjem
						5,7	5,7	3,4	2,3
Drveni okvir	5	<b>2,9</b>	5,2	3,6	2,9	2,6	-	-	-
	7	<b>2,4</b>	-	-	-	-	2,2 – 2,0	1,4 – 1,0	1,1
Drvo aluminij	11	<b>0,5</b>	-	-	-	-	-	1,3	0,9

s poliuretanom 4 cm									
Metalni okvir bez prekinutog toplinskog mosta	5	<b>5,9</b>	5,9	3,1	4,0	3,2	-	-	-
Metalni okvir s prekinutim toplinskim mostom	5	<b>3,4</b>	5,9	2,7	3,2	2,6	2,5	1,7	1,4
Pvc okvir	5-8	<b>2,2-2,0</b>	-	-	3,2	2,4	2,2 – 2,0	-	-
	10	<b>1,4</b>	-	--	-	-		1,4	1,0 - 0,8

Napomena: crveno su označeni svi građevni dijelovi vanjske ovojnice čiji koeficijenti prolaska topline ne zadovoljavaju Tehnički propis o racionalnoj upotrebi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama NN 110/08

Koeficijenti prolaska topline se određuju prema EN ISO 6946:2007, Tehnički propis o racionalnoj upotrebi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, prilog A.1 (NN110/08)

#### 4.11. UČINKOVITOST KOTLOVA PREMA GORNJOJ OGRJEVNOJ VRIJEDNOSTI GORIVA

Vrsta kotla	$\eta_{\text{izvora}} (H_g)$
Standardni (starije izvedbe)	55-62%
Standardni (kombinirano gorivo)	60÷65%
Standardni (biomasa, kruto gorivo)	68÷81%
Standardni (plin, loživo ulje)	76÷80%
Niskotemperaturni	80÷84%
Kondenzacijski	90÷97%
U tablici su prikazane informativne vrijednosti	

#### 4.12. UČINKOVITOST ELEKTROMOTORNIH POGONA

Raspon snage	Prosječna efikasnost standardnog motora	Prosječna efikasnost motora učinkovite izvedbe
0,75 – 7,5 kW	0,80	0,86
7,5 –37 kW	0,86	0,90
37 – 75 kW	0,90	0,93
>75 kW	0,95	0,96



#### 4.13. GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA PLINSKE KOTLOVE S KONSTANTNOM TEMPERATUROM

Vrsta kotla	Kapacitet [kW]	Godina proizvodnje do 1978.				Godina proizvodnje od 1978.			
		Stupanj rasterećenja $\varphi$							
		<0,06	0,06..0,2	0,2..0,5	0,5..1,0	<0,006	0,06..0,2	0,2..0,5	0,5..1,0
Rezervni grijač vode	< 20	0,36 (2,78)	0,63 (1,59)	0,77 (1,30)	0,82 (1,22)	0,39 (2,56)	0,65 (1,54)	0,79 (1,27)	0,83 (1,20)
Cirkulacijski grijač vode	< 37	0,50 (2,00)	0,71 (1,41)	0,79 (1,27)	0,81 (1,23)	0,65 (1,54)	0,80 (1,25)	0,84 (1,19)	0,86 (1,16)
Specijalni kotao s atmosferskim plamenikom	< 50	0,33 (3,03)	0,60 (1,67)	0,76 (1,32)	0,81 (1,23)	0,48 (2,08)	0,72 (1,39)	0,82 (1,22)	0,85 (1,18)
	<50...120	0,39 (2,56)	0,65 (1,54)	0,79 (1,27)	0,83 (1,20)	0,53 (1,89)	0,76 (1,32)	0,85 (1,18)	0,87 (1,15)
	<129...350	0,52 (1,92)	0,74 (1,35)	0,83 (1,20)	0,85 (1,18)	0,67 (1,49)	0,82 (1,22)	0,87 (1,15)	0,89 (1,12)
	>350...1200	0,59 (1,69)	0,86 (1,28)	0,87 (1,16)	0,88 (1,14)	0,67 (1,49)	0,82 (1,22)	0,87 (1,15)	0,89 (1,12)
Automatski specijalni kotao s ventilatorskim plamenikom	< 50	0,34 (2,94)	0,63 (1,61)	0,78 (1,28)	0,83 (1,20)	0,48 (2,08)	0,72 (1,39)	0,83 (1,20)	0,86 (1,16)
	>50...120	0,40 (2,50)	0,67 (1,49)	0,81 (1,23)	0,85 (1,18)	0,54 (1,85)	0,77 (1,30)	0,86 (1,16)	0,88 (1,14)
	>129...350	0,53 (1,89)	0,76 (1,32)	0,85 (1,18)	0,87 (1,15)	0,68 (1,47)	0,83 (1,20)	0,88 (1,14)	0,90 (1,11)
	>350...1200	-	0,78 (1,28)	0,86 (1,16)	0,88 (1,14)	-	0,83 (1,20)	0,88 (1,14)	0,90 (1,11)
Kotao s prilagodljivim i izmjenjivim ložištem	< 50	0,29 (3,45)	0,56 (1,79)	0,73 (1,37)	0,80 (1,25)	0,40 (2,50)	0,66 (1,52)	0,80 (1,25)	0,84 (1,19)
	>50...120	0,40 (2,50)	0,65 (1,54)	0,77 (1,30)	0,81 (1,23)	0,52 (1,92)	0,74 (1,35)	0,83 (1,20)	0,85 (1,18)

#### 4.14. GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA ULJNE KOTLOVE S KONSTANTNOM TEMPERATUROM

Vrsta kotla	Kapacitet [kW]	Godina proizvodnje do 1978.				Godina proizvodnje od 1978.			
		Stupanj rasterećenja $\varphi$							
		<0,06	0,06..0,2	0,2..0,5	0,5..1,0	<0,006	0,06..0,2	0,2..0,5	0,5..1,0
Automatski specijalni kotao s ventilatorskim plamenikom	< 50	0,34 (2,94)	0,60 (1,67)	0,76 (1,32)	0,81 (1,23)	0,47 (2,13)	0,71 (1,41)	0,81 (1,23)	0,85 (1,18)
	>50...120	0,40 (2,50)	0,66 (1,52)	0,79 (1,27)	0,83 (1,20)	0,53 (1,89)	0,75 (1,30)	0,84 (1,15)	0,87 (1,15)
	>129...350	0,52 (1,92)	0,74 (1,35)	0,83 (1,20)	0,86 (1,16)	0,67 (1,49)	0,82 (1,22)	0,87 (1,15)	0,88 (1,14)
	>350...1200	-	0,76 (1,32)	0,84 (1,19)	0,87 (1,15)	-	0,82 (1,22)	0,87 (1,15)	0,88 (1,14)
Kotao s prilagodljivim i izmjenjivim ložištem	< 50	0,29 (3,45)	0,55 (1,82)	0,72 (1,39)	0,78 (1,28)	0,39 (2,56)	0,65 (1,54)	0,78 (1,28)	0,82 (1,22)
	>50...120	0,39 (2,56)	0,64 (1,56)	0,76 (1,32)	0,79 (1,27)	0,51 (1,96)	0,73 (1,37)	0,81 (1,23)	0,84 (1,19)

#### 4.15. GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA KOTLOVE NA KRUTO GORIVO S KONSTANTNOM TEMPERATUROM

Vrsta kotla	Kapacitet [kW]	Godina proizvodnje do 1978.				Godina proizvodnje od 1978.			
		Stupanj rasterećenja $\varphi$							
		<0,06	0,06..0,2	0,2..0,5	0,5..1,0	<0,006	0,06..0,2	0,2..0,5	0,5..1,0
Automatski specijalni kotao s ventilatorskim plamenikom	< 50	0,31 (3,23)	0,55 (1,82)	0,70 (1,43)	0,75 (1,33)	0,44 (2,27)	0,66 (1,52)	0,76 (1,32)	0,79 (1,27)
	>50...120	0,36 (2,78)	0,60 (1,67)	0,73 (1,37)	0,77 (1,30)	0,50 (2,00)	0,71 (1,41)	0,79 (1,27)	0,82 (1,22)
	>129...350	0,48 (2,08)	0,68 (1,47)	0,77 (1,30)	0,79 (1,27)	0,63 (1,59)	0,77 (1,30)	0,82 (1,22)	0,83 (1,20)
	>350...1200	-	0,72 (1,39)	0,80 (1,25)	0,82 (1,22)	-	0,77 (1,30)	0,82 (1,22)	0,83 (1,20)
Kotao s prilagodljivim i izmjenjivim ložištem	< 50	0,27 (3,70)	0,51 (1,96)	0,67 (1,49)	0,72 (1,39)	0,36 (2,78)	0,60 (1,67)	0,72 (1,39)	0,76 (1,32)
	>50...120	0,37 (2,70)	0,60 (1,67)	0,71 (1,41)	0,75 (1,33)	0,48 (2,08)	0,68 (1,47)	0,77 (1,30)	0,79 (1,27)

#### 4.16. GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA NISKOTEMPERATURNE I KONDENZACIJSKE KOTLOVE

Vrsta kotla	Kapacitet [kW]	Kotao na plin	Kotao na ulje
Niskotemperaturni kotao s atomsferskim plamenikom	do 50	0,91 (1,10)	-
	> 50... 120	0,91 (1,10)	-
	> 120... 350	0,92 (1,09)	-
	> 350...1200	0,92 (1,09)	-
Niskotemperaturni kotao s ventilatorskim plamenikom	do 50	0,92 (1,09)	0,90 (1,11)
	> 50... 120	0,92 (1,09)	0,90 (1,11)
	> 120... 350	0,92 (1,09)	0,90 (1,11)
	> 350...1200	0,92 (1,09)	0,90 (1,11)
Kondenzacijski kotao	do 50	0,97 (1,03)	0,91 (1,10)
	> 50... 120	0,98 (1,02)	0,92 (1,09)
	> 120... 350	0,99 (1,01)	0,93 (1,08)
	> 350...1200	0,99 (1,01)	0,93 (1,08)

#### 4.17. GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA TOPLINSKE PODSTANICE

	Sobno grijanje	Priprema tople vode	
		Sezona grijanja	Ljeto
Kompakne podstanice u kućištu	0,98 (1,02)	1,00 (1,00)	0,90 (1,11)
Individualni sustav sa jedno-cijevnom mrežom	dobro izoliran	1,00 (1,00)	0,85 (1,18)
	srednje izoliran	1,00 (1,00)	0,80 (1,25)

#### 4.18. GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA MOTORNA TERMOENERGETSKA POSTROJENJA

Gorivo	Električni kapacitet	$\eta_a (e_g)$
	[kW]	[-]
Prirodni plin	do 15	0,65 (1,54)
Propan	> 15... 100	0,62 (1,61)
Butan	35... 100	0,59 (1,69)
	100... 500	0,58 (1,72)
	> 500	0,52 (1,92)
Dizel	do 15	0,64 (1,56)
	15... 35	0,61 (1,64)
	35... 100	0,52 (1,92)
	100... 500	0,48 (2,08)
	> 500	0,45 (2,22)

#### 4.19. GODIŠNJI STUPANJ KORISNOSTI $\eta_a$ (KOEFIČIJENT POTROŠNJE $e_g$ ) ZA DECENTRALIZIRANE UREĐAJE ZA PRIPREMU TOPLE VODE

Potrebna toplina po uređaju [kWh/god.]		250	500	750	1000	1500	2000	3000	5000	8000
Električni uređaji	Uređaji za ključalu vodu	0,96 (1,04)	0,96 (1,04)	0,96 (1,04)	0,96 (1,04)	0,96 (1,04)				
	Protočni grijači	0,99 (1,01)	1,99 (1,01)	2,99 (1,01)	3,99 (1,01)	4,99 (1,01)	5,99 (1,01)	6,99 (1,01)	7,99 (1,01)	8,99 (1,01)
Plinski uređaji	Protočni grijači	0,16 (6,25)	0,27 (3,70)	0,35 (2,86)	0,41 (2,43)	0,49 (2,04)	0,55 (1,82)	0,62 (1,61)	0,69 (1,45)	0,74 (1,35)
	Protočni grijači sa elektronskim paljenjem	0,84 (1,19)	1,84 (1,19)	2,84 (1,19)	3,84 (1,19)	4,84 (1,19)	5,84 (1,19)	6,84 (1,19)	7,84 (1,19)	8,84 (1,19)

#### 4.20. MJERENJE NEPROPUSNOSTI VENTILACIJSKIH KANALA

*Odnos propusnosti kanala i povećanja snage motora  
prema ASHRAE STANDARDU 111-1988*

Propusnost	Povećanje bruto snage motora
0 %	1,00
1 %	1,03
5%	1,16
10%	1,33
15%	1,52
20%	1,73

#### 4.21. HIGIJENSKI PREPORUČLJIVA IZMJENA ZRAKA U SATU I EMPIRIJSKE VRIJEDNOSTI ZA RAZLIČITE NAMJENE PROSTORIJA

Prostorije za dnevni boravak i spavaće sobe	Unutrašnje sanitarne prostorije	Kuhinje
0,5 do 1	4 do 6	0,5 do 25

Tip prostorije	Okvirni broj izmjena zraka na sat
Sanitarni prostori	4...6
Kupaonice	4...6
Knjižnice	3...5
Prostorije sa tuševima	20...30
Uredski prostori	3...6
Lakirnice	15...50
Garaže	4...5
Garderobe	3...6
Ugostiteljski prostori	5...10
Slušaonice	8...10
Kantine	6...8
Robne kuće	4...6
Kina i kazališta	4...6
Bolnice	<i>prema posebnim zahtjevima</i>
Kuhinje	<i>prema posebnim zahtjevima</i>
Laboratoriski prostori	8...15
Operacijske sale	15...20
Prostori za glačanje	8...10
Škole	<i>prema posebnim zahtjevima</i>
Zatvoreni bazeni	3...4
Dvorane za sastanke	6...8
Spremišta	6...8
Trezori	3...6
Svlačionice u zatvorenim bazenima	6...8
Prodajni prostori	4...8
Konferencijske dvorane	5...10
Praonice rublja	10...15
Radionice	3...6

#### 4.22. POTROŠNJA I POTREBNA TOPLINA NA POJEDINIM MJESTIMA POTROŠNJE TOPLE VODE

Potrošačko mjesto	Potrošnja [l]	Potrebna toplina [kWh]
Kada za kupanje 1600	140	5,82
Male kade	120	4,89
Velike kade	200	8,72
Kabina s tušem, normalna	40	1,63
Kabina s tušem, velika	100	4,07
Umivaonik	17	0,70
Bide	20	0,81
Sudoper	33	1,16

#### 4.23. POTREBNA KOLIČINA I TEMPERATURA VODE ZA ZGRADE RAZLIČITIH NAMJENA

Zgrada	Potrebno	Temperatura
Bolnice	100... 300 l/dan, krevet	60 <sup>o</sup> C
Kasarne	30... 50 l/dan, osoba	45 <sup>o</sup> C
Ustanove	10... 40 l/dan, osoba	45 <sup>o</sup> C
Medicinske kupke	200... 400 l/dan, pacijenata	45 <sup>o</sup> C
Robne kuće	10... 40 l/dan, osoba	
Škole (za 250 dana/g)		45 <sup>o</sup> C
bez tuševa	5... 15 l/dan, učenika	45 <sup>o</sup> C
sa tuševima	30... 50 l/dan, učenika	45 <sup>o</sup> C
Sportski tereni sa tuševima	50... 70 l/dan, sportska	45 <sup>o</sup> C
Pekare	105... 150 l/dan, radnika	45 <sup>o</sup> C
za proizvodnju	10... 15 l/dan za čišćenje	45 <sup>o</sup> C
Frizeri (uklj. mušerije)	40... 50 l/100 kg brašna	70 <sup>o</sup> C
Pivovare (uklj. proizvodnju)	150... 200 l/dan, osoba	45 <sup>o</sup> C
Praonice	250... 300 l/100 l piva	60 <sup>o</sup> C
Mljekare	250... 300 l/100 kg rublja	75 <sup>o</sup> C
Ili 4000 ... 5000 l/dan	1... 1,5 l/mljeka	75 <sup>o</sup> C
Mesnice- bez proizvodnje	150... 200 l/dan, osoba	
- sa proizvodnjom	400... 500 l/dan	45 <sup>o</sup> C

#### 4.24. POTREBNA KOLIČINA I TEMPERATURA VODE U STANOVIMA

Potrošno mjesto	Količina pri jednom uzimanju l	Temperatura [°C]	Trajanje u minutama
Ispušni ventili			
ND 10, poluotvoren	5	40	1
potpuno otvoren	10	40	1
ND 15, poluotvoren	10	40	1
potpuno otvoren	18	40	1
ND 20, poluotvoren	25	40	1
potpuno otvoren	45	40	1
Sudoperi			
jednodijelni	30	55	5
dvodijelni	50	55	5
Umivaonici			
samo za pranje ruku	5	35	1,5
umivaonik	10	35	2
umivaonik, jednodijelni	15	40	3
umivaonik, dvodijelni	25	40	3
Kada za kupanje			
male (veličine 100)	100	40	15
srednje (veličine 160)	150	40	15
velike (veličine 180)	250	40	20
Tuširanje	50	40	6
Kada za sjedenje	50	40	4
Bide	25	40	8
Ukupna potrošnja (60 °C)			
manji zahtjevi		10...20 l/dan, osobi	
veći zahtjevi		20...40 l/dan, osobi	
najveći zahtjevi		40...80 l/dan, osobi	

#### 4.25. POTROŠNJA TOPLE VODE U RESTORANIMA I HOTELIMA

Potrošno mjesto	Litri vode po osobi		Efektivna toplina na dan po osobi [Wh]
	60°C	45°C	
Restorani			
po meniju	4...8	6...12	250...500
po gostu	8...20	12...30	500...1200
Hoteli			
sobe s kupaonicom	100...150	140...220	6000...9000
sobe s tušem	50...100	70...120	300...6000
sobe s umivaonikom	10...15	15...20	600...900
Odmarališta, pansioni	25...50	35...70	1500...3000

## 4.26. PROCJENE UŠTEDA KOMBINACIJOM MJERA U TEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE

Vrsta objekta	Moguće energ. uštede kod pojedine grupe	Kombinirani zahvati
<b>Električna energija</b>		
<b>Zgrade cjelodnevnog boravka</b>	20-30%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rasvjeta: Štedljiva trošila, grupiranje trošila, senzorska automatika</li> </ul>
	5-10%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hlađenje i klimatizacija: Rekonstrukcije kod agregata i rashladnih tornjeva, upravljanje temperature kondenzacije i isparavanja itd.</li> </ul>
	10-15%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektromotorni pogoni (pumpe i ventilatori): uvođenje suvremenih učinkovitih motora, uvođenje regulacije broja okretaja</li> </ul>
<b>Objekti uslužnog sektora</b>	20%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulacija rasvjete</li> <li>Korištenje solarnih kolektora za PTV</li> </ul>
<b>Energenti za grijanje</b>		
<b>Veći objekti s kotlovnica</b>	25-40%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza potrošnje</li> <li>Uvođenje i poboljšanje regulacije</li> <li>Poboljšanje izolacije cjevovoda</li> <li>Revitalizacija agregata za grijanje</li> <li>Korištenje sunčevih kolektora</li> </ul>
<b>Voda</b>		
<b>Višekatnice cjelodnevnog boravka</b>	30%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza gubitaka</li> <li>Redukcija tlaka po katovima</li> <li>Štedne armature</li> </ul>
<b>Manji objekti</b>	20%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Štedne armature</li> </ul>

*Potencijali nekih kombiniranih mjera kod nestambenih zgrada – informativne vrijednosti*



## 4.27. ODREĐIVANJE RAZREDA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI RASVJETE

Prema *Pravilniku o označavanju energetske učinkovitosti kućanskih uređaja* razredi učinkovitosti izvora svjetla klasificiraju se od A do G u ovisnosti o indeksu  $E_i$  (relacija između svjetlosnog toka i snage). U tablici su prikazani okvirne vrijednosti za odabrane izvore svjetla.

	Snaga [W]	Svjetlosni tok [lm]	Efikasnost [lm/W]	životni vijek [h]	EE RAZRED
<b>Klasična žarulja (E 27)</b>	100	1300	13	1000	<b>E</b>
	60	700	12	1000	<b>E</b>
	40	410	10	1000	<b>E</b>
<b>Fluokompaktna žarulja (E27)</b>	7	400	57	10-15.000	<b>A</b>
	15	800	53	10-15.000	<b>A</b>
	23	1500	65	10-15.000	<b>A</b>
<b>(Stick)</b>	13	900	69	16-20.000	<b>A</b>
	18	1200	67	16-20.000	<b>A</b>
	26	1800	69	16-20.000	<b>A</b>
	32	2400	75	16-20.000	<b>A</b>
	42	3200	76	16-20.000	<b>A</b>
	57	4300	75	16-20.000	<b>A</b>
<b>Fluorescentna cijev (T12)</b>	20	1200	60	4-10.000	<b>B</b>
	40	3000	75	4-10.000	<b>B</b>
	65	4800	74	4-10.000	<b>B</b>
<b>Fluorescentna cijev (T8)</b>	18	1350	75	17-20.000	<b>A</b>
	36	2700	75	17-20.000	<b>B</b>
	58	4350	75	17-20.000	<b>B</b>
<b>Fluorescentna cijev (T5)</b>	21	1900	90	16-20.000	<b>A</b>
<b>HE</b>	28	3500	125	18-24.000	<b>A</b>
	35	3300	94	16-20.000	<b>A</b>
<b>HE</b>	35	4450	127	18-24.000	<b>A</b>
	39	3300	85	18-24.000	<b>A</b>
	54	4400	81	16-20.000	<b>B</b>
<b>Halogena rasvjeta</b>	33	460	14	2-4.000	<b>C</b>
	60	820	14	2-4.000	<b>D</b>
	75	1450	19	2-4.000	<b>C</b>
	230	5060	22	2-4.000	<b>C</b>
<b>Metal-halid</b>	37	3500	95	12.000	<b>A</b>
	136	14500	107	15.000	<b>A</b>
<b>Živina rasvjeta (HQL)</b>	125	6300	50	25.000	<b>B</b>
<b>Natrijeva rasvjeta (NTNa)</b>	37	4600	124	18.000	<b>A</b>
<b>(VTNa)</b>	70	5600	80	24-32.000	<b>A</b>
	250	33200	133	24-32.000	<b>A</b>
	400	56500	141	24-32.000	<b>A</b>
<b>LED</b>	2	117	59	25-50.000	<b>A</b>
	1,6	80	50	25-50.000	<b>A</b>

\* vrijednosti ovise o tipu izvora i proizvođaču te su orijentacijskog karaktera

## 4.28. PRORAČUN POTREBNE KOMPENZACIJE JALOVE SNAGE

Mrežni napon i frekvencija su osnovni parametri za određivanje potrebne kompenzacije jalove energije. Reaktivna snaga  $Q$  kompenzacije se računa prema slijedećoj formuli:

$$Q = U^2 \times C \times \omega ;$$

gdje je  $\omega = 2\pi f$ ,  $Q$  = reaktivna snaga,  $U$  = mrežni napon,  $C$  kapacitet i  $f$  = mrežna frekvencija  
Potreban  $Q_c$  iznosi:

$$Q_c = P_a \times (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi^l) ;$$

gdje je  $\operatorname{tg} \varphi$  postojeća  $\operatorname{tg} \varphi^l$  ciljana vrijednost, a  $P_a$  vršna radna snaga.

Prije kompenziranja		Reaktivna snaga kondenzatora u kVAR koju je potrebno instalirati po kW instalirane snage za postizanje željenog $\cos \varphi$ ili $\tan \varphi$													
		$\operatorname{tg} \varphi$	0,75	0,59	0,48	0,46	0,43	0,4	0,36	0,33	0,29	0,25	0,2	0,14	0,08
$\operatorname{tg} \varphi$	$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	0,8	0,86	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1
1,33	0,6		0,584	0,733	0,849	0,878	0,905	0,939	0,971	1,005	1,043	1,083	1,131	1,192	1,334
1,3	0,61		0,549	0,699	0,815	0,843	0,87	0,904	0,936	0,97	1,008	1,048	1,096	1,157	1,299
1,27	0,62		0,515	0,665	0,781	0,809	0,836	0,87	0,902	0,936	0,974	1,014	1,062	1,123	1,265
1,23	0,63		0,483	0,633	0,749	0,777	0,804	0,838	0,87	0,904	0,942	0,982	1,03	1,091	1,233
1,2	0,64		0,45	0,601	0,716	0,744	0,771	0,805	0,837	0,871	0,909	0,949	0,997	1,058	1,2
1,17	0,65		0,419	0,569	0,685	0,713	0,74	0,774	0,806	0,84	0,878	0,918	0,966	1,007	1,169
1,14	0,66		0,388	0,538	0,654	0,682	0,709	0,743	0,775	0,809	0,847	0,887	0,935	0,996	1,138
1,11	0,67		0,358	0,508	0,624	0,652	0,679	0,713	0,745	0,779	0,817	0,857	0,905	0,966	1,108
1,08	0,68		0,329	0,478	0,595	0,623	0,65	0,684	0,716	0,75	0,788	0,828	0,876	0,937	1,079
1,05	0,69		0,299	0,449	0,565	0,593	0,62	0,654	0,686	0,72	0,758	0,798	0,84	0,907	1,049
1,02	0,7		0,27	0,42	0,536	0,564	0,591	0,625	0,657	0,691	0,729	0,769	0,811	0,878	1,02
0,99	0,71		0,242	0,392	0,508	0,536	0,563	0,597	0,629	0,663	0,701	0,741	0,783	0,85	0,992
0,96	0,72		0,213	0,364	0,479	0,507	0,534	0,568	0,6	0,634	0,672	0,712	0,754	0,821	0,963
0,94	0,73		0,186	0,336	0,452	0,48	0,507	0,541	0,573	0,607	0,645	0,685	0,727	0,794	0,936
0,91	0,74		0,159	0,309	0,425	0,453	0,48	0,514	0,546	0,58	0,618	0,658	0,7	0,767	0,909
0,88	0,75		0,132	0,282	0,398	0,426	0,453	0,487	0,519	0,553	0,591	0,631	0,673	0,74	0,882
0,86	0,76		0,105	0,255	0,371	0,399	0,426	0,46	0,492	0,526	0,564	0,604	0,652	0,713	0,855
0,83	0,77		0,079	0,229	0,345	0,373	0,4	0,434	0,466	0,5	0,538	0,578	0,62	0,687	0,829
0,8	0,78		0,053	0,202	0,319	0,347	0,374	0,408	0,44	0,474	0,512	0,552	0,594	0,661	0,803
0,78	0,79		0,026	0,176	0,292	0,32	0,347	0,381	0,413	0,447	0,485	0,525	0,567	0,634	0,776
0,75	0,8			0,15	0,266	0,294	0,321	0,355	0,387	0,421	0,459	0,499	0,541	0,608	0,75
0,72	0,81			0,124	0,24	0,268	0,295	0,329	0,361	0,395	0,433	0,473	0,515	0,582	0,724
0,7	0,82			0,098	0,214	0,242	0,269	0,303	0,335	0,369	0,407	0,447	0,489	0,556	0,698
0,67	0,83			0,072	0,188	0,216	0,243	0,277	0,309	0,343	0,381	0,421	0,463	0,53	0,672
0,65	0,84			0,046	0,162	0,19	0,217	0,251	0,283	0,317	0,355	0,395	0,437	0,504	0,645
0,62	0,85			0,02	0,136	0,164	0,191	0,225	0,257	0,291	0,329	0,369	0,417	0,478	0,62
0,59	0,86				0,109	0,14	0,167	0,198	0,23	0,264	0,301	0,343	0,39	0,45	0,593
0,57	0,87				0,083	0,114	0,141	0,172	0,204	0,238	0,275	0,317	0,364	0,424	0,567
0,54	0,88				0,054	0,085	0,112	0,143	0,175	0,209	0,246	0,288	0,335	0,395	0,538
0,51	0,89				0,028	0,059	0,086	0,117	0,149	0,183	0,23	0,262	0,309	0,369	0,512
0,48	0,9					0,031	0,058	0,089	0,121	0,155	0,192	0,234	0,281	0,341	0,484

#### 4.29. RASPODJELA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO KARAKTERISTIČNIM UREĐAJIMA I BROJU STANARA

Broj soba	1	2	3	4	5	6
Broj stanara	1	1,5	2	3	4	5
Hladnjak	250*	250*	270*	270*	170 <sup>+</sup>	170 <sup>+</sup>
Zamrzivač	0	0	0	0	200	200
Perilica suđa	110	150	210	260	320	330
Pećnica	30	40	80	80	80	80
Perilica rublja	70	100	130	200	270	330
Sušilica rublja	130	200	260	390	525	660
Štednjak	220	240	260	300	340	380
Potrošnja ostalih uređaja i aparata	130	150	180	220	270	290
<b>Ukupno [kWh]</b>	<b>940</b>	<b>1130</b>	<b>1290</b>	<b>1720</b>	<b>2175</b>	<b>2440</b>
Površina	40	60	80	110	140	170
Specifična potrošnja [kWh/m <sup>2</sup> ]	24	19	17	16	16	14

\* sa zamrzivačem

<sup>+</sup> bez zamrzivača

**Napomena:** tablica je orijentacijskog tipa. Odstupanja mogu biti  $\pm 50\%$  u ovisnosti o ponašanju stanara, a „potrošnja ostalih uređaja i aparata“ može biti i višestruka - u ovisnosti o standardu i ponašanju korisnika (rasvjeta, HI-FI, PC oprema i sl.)

**Godišnja potrošnja električne energije u stambenim prostorima sa energetske učinkovite opremom (Izvor: HR EN 15603)**

#### 4.30. GODIŠNJA POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA UREDSKU OPREMU PO RADNOM MJESTU I POVRŠINI PROSTORA

Specifična površina po osobi	Po radnom mjestu [kWh]	Po m <sup>2</sup> klimatiziranog prostora [kWh/m <sup>2</sup> ]		
		10 m <sup>2</sup>	15 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>
- sa učinkovite opremom	120	12	8	6
- sa standardnom opremom	230	23	15	12

**Napomena:** U ovoj tablici uzimane su bruto vrijednosti prostora (vanjske dimenzije zgrade). Ukoliko postoje egzaktni podaci za pojedini profil poslovne zgrade, tada ih je potrebno koristiti

**Godišnja potrošnja električne energije za uredsku opremu po radnom mjestu u kWh i po površini klimatiziranog prostora u kWh/m<sup>2</sup> (Izvor: HR EN 15603)**

Klasa: 360-01/09-04/11

Urbroj: 531-18-2-09-2

Zagreb, 10. lipnja 2009.