

Bosna i Hercegovina
Federacija Bosne i Hercegovine
Federalno ministarstvo prostornog uređenja

S M J E R N I C E

ZA PROVOĐENJE ENERGIJSKOG PREGLEDA
ZA NOVE I POSTOJEĆE OBJEKTE
S JEDNOSTAVNIM I SLOŽENIM TEHNIČKIM SISTEMOM

Sarajevo, avgust 2009. godine

SADRŽAJ

SADRŽAJ	2
2. SVRHA I CILJ ENERGIJSKOG PREGLEDA	8
3. VRSTE ENERGIJSKIH PREGLEDA	9
3.1. ENERGIJSKI PREGLEDI PREMA OPSEGU I DETALJNOSTI PROVEDENOG ISTRAŽIVANJA	9
3.1.1. PRELIMINARNI ENERGIJSKI PREGLED	9
3.1.2. DETALJNI ENERGIJSKI PREGLED	10
3.1.3. SADRŽAJ DETALJNOG ENERGIJSKOG PREGLEDA	10
1. UVOD	10
2. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA OBJEKTA I KARAKTERISTIKA UPRAVLJANJA POTROŠNJOM I TROŠKOVIMA ENERGIJE	11
3. PROVOĐENJE POTREBNIH MJERENJA (nije obavezno)	11
4. ANALIZA TROŠKOVA ZA ENERGIJU I MODELIRANJE POTROŠNJE ENERGIJE (za nestambene objekte javne namjene)	11
5. ANALIZA I IZBOR MOGUĆIH MJERA POBOLJŠANJA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA OBJEKTA	11
6. ENERGIJSKO, EKONOMSKO I OKOLINSKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA	12
3.2. ENERGIJSKI PREGLEDI PREMA STAROSTI OBJEKTA	12
3.2.1. ENERGIJSKI PREGLEDI NOVIH OBJEKATA	12
3.2.2. ENERGIJSKI PREGLEDI POSTOJEĆIH OBJEKATA	13
3.3. ENERGIJSKI PREGLEDI PREMA SLOŽENOSTI TEHNIČKIH SISTEMA ...	14
3.3.1. ENERGIJSKI PREGLEDI OBJEKATA S JEDNOSTAVNIM TEHNIČKIM SISTEMOM	14
3.3.2. ENERGIJSKI PREGLEDI OBJEKATA SA SLOŽENIM TEHNIČKIM SISTEMOM	14
3.4. ENERGIJSKI PREGLEDI PREMA NAMJENI OBJEKTA I KARAKTERISTIKAMA POTROŠNJE ENERGIJE	15
3.4.1. ENERGIJSKI PREGLEDI STAMBENIH ZGRADA	16
3.4.2. ENERGIJSKI PREGLEDI NESTAMBENIH OBJEKATA	16
4. ELEMENTI ENERGIJSKOG PREGLEDA	16
4.1. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA OBJEKTA I KARAKTERISTIKA UPRAVLJANJA POTROŠNJOM I TROŠKOVIMA ENERGIJE	16
4.1.1. OBILAZAK TERENA I PRIKUPLJANJE POTREBNIH PODATAKA	17
4.1.2. ANALIZA TOPLOTNIH KARAKTERISTIKA OMOTAČA OBJEKTA ...	19
4.1.3. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA GRIJANJA PROSTORA	21
4.1.4. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA HLAĐENJA PROSTORA	21
4.1.5. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE	22
4.1.6. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA PRIPREME POTROŠNE TOPLE VODE	23

4.1.7. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE – SISTEMA ELEKTROINSTALACIJA, RASVJETE, KUĆANSKIH APARATA I OSTALIH TROŠILA EL. ENERGIJE	23
4.1.8. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SPECIFIČNIH PODSISTEMA (KUHINJA, PRAONICA I SL.)	24
4.1.9. ANALIZA POTROŠNJE SANITARNE VODE.....	25
4.1.10. ANALIZA SISTEMA REGULACIJE I UPRAVLJANJA	25
4.1.11. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA ZA PROIZVODNJU TOPLOTNE I ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE (ukoliko takvi postoje na lokaciji).....	26
4.1.12. PROCJENA POTREBNE TOPLOTNE ENERGIJE ZA GRIJANJE I HLAĐENJE U SKLADU SA BAS EN 13790.....	26
4.1.13. PROVOĐENJE POTREBNIH MJERENJA	27
METODA INFRACRVENE TERMOGRAFIJE	27
ODREĐIVANJE VENTILACIONIH GUBITAKA OBJEKATA (Blower Door Test)	27
POTREBNA MJERENJA U SISTEMIMA KLIMATIZACIJE, GRIJANJA, HLAĐENJA I	28
VENTILACIJE	28
MJERENJE PROTOKA ZRAKA U KGHV SISTEMIMA.....	29
MJERENJE NEPROPUSNOSTI VENTILACIJSKIH KANALA.....	29
MJERENJA ELEKTROENERGIJSKIH PARAMETARA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE – PO TROŠILIMA ILI PODSISTEMIMA	30
4.1.14. ANALIZA PODATAKA O POTROŠNJI I TROŠKOVIMA ZA ENERGIJU I MODELIRANJE POTROŠNJE ENERGIJE	30
4.2. ANALIZA I IZBOR MOGUĆIH MJERA POBOLJŠANJA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA OBJEKTA.....	32
4.2.1. ANALIZA MOGUĆNOSTI ZAMJENE ENERGENATA I KORIŠTENJA ALTERNATIVNIH SISTEMA OPSKRBE ENERGIJOM	34
4.2.2. ANALIZA MOGUĆNOSTI POVEĆANJA TOPLOTNE ZAŠTITE OMOTAČA OBJEKTA.....	35
4.2.3. ANALIZA MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA SVIH POSTOJEĆIH ENERGIJSKIH SISTEMA OBJEKTA	37
4.2.4. ANALIZA MOGUĆNOSTI UGRADNJE KOMPENZACIJSKE BATERIJE RADI SMANJENJA PREKOMJERNO PREUZETE JALOVE ENERGIJE	38
4.2.5. ANALIZA MOGUĆNOSTI SUPSTITUCIJE POSTOJEĆEG SISTEMA RASVJETE SA EFIKASNIM RJEŠENJEM	38
4.2.6. ANALIZA MOGUĆNOSTI POSTAVLJANJA TERMOSTATSKIH VENTILA I RAZLIČITIH TERMOSTATSKIH GLAVA	39
4.2.7. UVOĐENJE KONDENZACIJSKOG KOTLA I NISKOTEMPERATURNOG GRIJANJA	39
4.2.8. OPĆA NAČELA ANALIZE POTENCIJALA MJERA UŠTEDE TOPLOTNE ENERGIJE.....	40
4.3. ENERGIJSKO, EKONOMSKO I OKOLINSKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA.....	41

4.3.1. ENERGIJSKO I EKONOMSKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA	41
4.3.2. OKOLINSKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA I METODOLOGIJA PRORAČUNA EMISIJE CO ₂	43

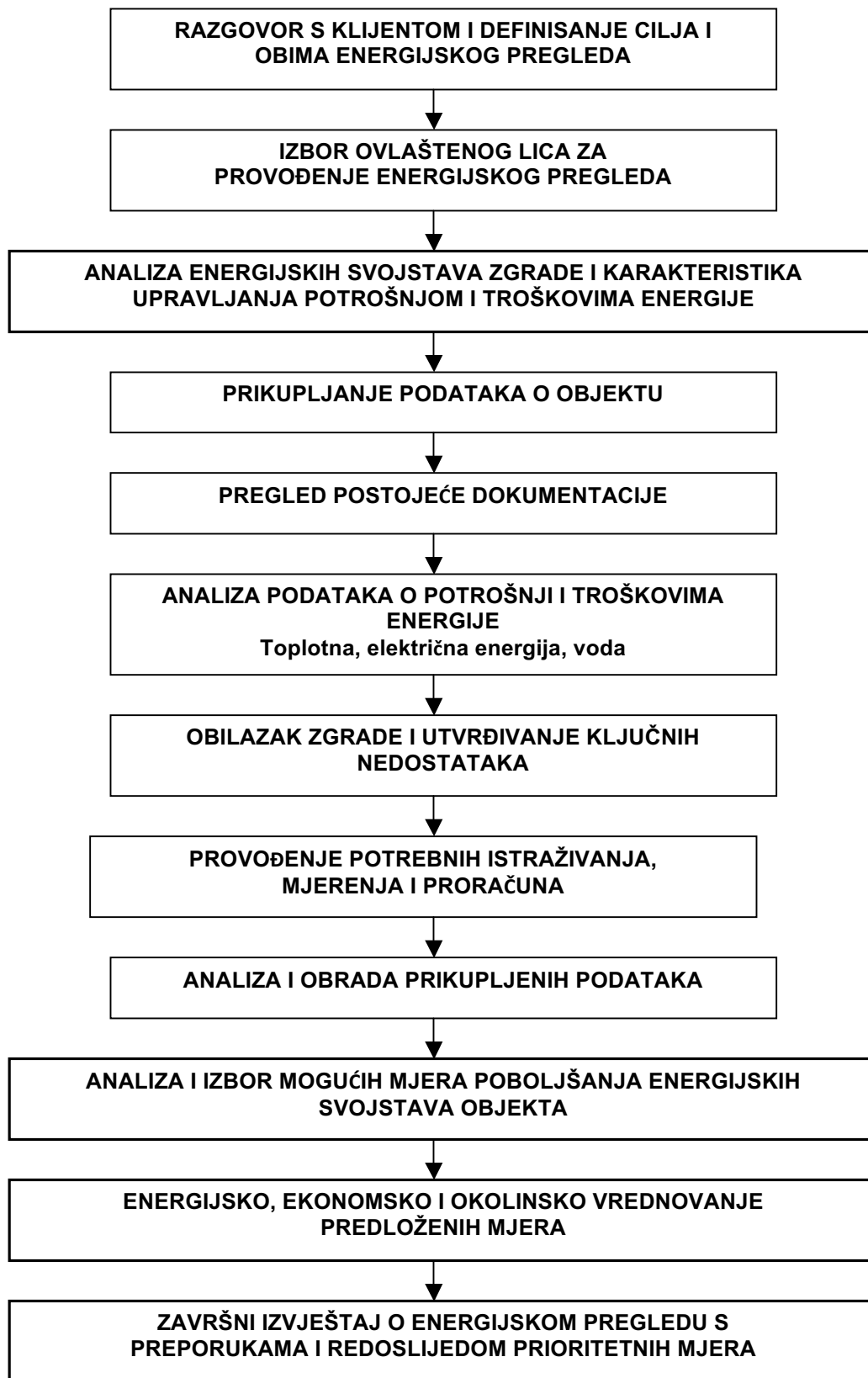
1. UVOD

Smjernice za provođenje energijskog pregleda daju metodologiju provođenja energijskih pregleda za nove i postojeće objekte, stambene i nestambene namjene, s jednostavnim ili složenim tehničkim sistemima (bez industrije i industrijskih procesa). Osnovni je cilj Energijskog pregleda utvrditi Energijska svojstva za nove ili postojeće objekte, te dati preporuke za povećanje energetske efikasnosti. Energijski pregled mora sadržavati podatke potrebne za Energijsko certificiranje objekata.

Energijski pregled je prvi korak u svim programima racionalnog upravljanja energijom u objektima. Ovim smjernicama se definiše metodologija provođenja Energijskog pregleda za nove i postojeće objekte.

Energijski pregled objekta obavezno uključuje:

1. analizu građevinskih karakteristika objekta u smislu toplotne zaštite (analizu toplotnih karakteristika omotača objekta),
2. analizu energijskih svojstava sistema klimatizacije, grijanja i hlađenja i ventilacije,
3. analizu energijskih svojstava sistema za pripremu potrošne tople vode,
4. analizu energijskih svojstava sistema potrošnje električne energije – sistem elektroinstalacija, rasvjete, kućanskih aparata i drugih podsistema potrošnje električne energije,
5. analizu potrošnje vode
6. analizu upravljanja svim tehničkim sistemima objekta,
7. potrebna mjerenja gdje je to nužno za ustanovljavanje Energijskog stanja i /ili svojstava,
8. analizu mogućnosti promjene izvora energije,
9. analizu mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije i učinkovitih sistema,
10. prijedlog ekonomski povoljnih mjera poboljšanja energijskih svojstava objekta, ostvarive uštede, procjenu investicije i period povrata,
11. izvještaj s preporukama za optimalni zahvat i redosljed prioriternih mjera koje će se implementirati kroz jednu ili više faza.



Slika 1: Prikaz toka provođenja Energijskog pregleda

Pojmovi i definicije

Objekat je građevina s krovom i zidovima, u kojem se koristi energija radi ostvarivanja određenih klimatskih uslova, namijenjena boravku ljudi, odnosno smještaju životinja, biljaka i stvari, a sastoji se od tijela objekta, instalacija, ugrađene opreme i prostora objekta;

Novi objekat je izgrađena građevina prije nego je puštena u pogon, odnosno prije početka upotrebe;

Postojeći objekat je izgrađena građevina na osnovu građevinske dozvole ili drugog odgovarajućeg akta i svaka građevina koja je prema Zakonu o prostornom planiranju i korištenju zemljišta na nivou Federacije BiH s njom izjednačena a koja je u upotrebi i koja se prodaje, iznajmljuje ili daje na leasing;

Stambena zgrada je objekat koji je u cijelosti ili u kojem je više od 90% bruto podne površine namijenjeno za stanovanje, odnosno da nema više od 50 m² neto podne površine u drugoj namjeni. Stambenom zgradom smatra se i objekat s apartmanima u turističkom području;

Nestambeni objekat je objekat koji nije stambena zgrada;

Nestambeni objekti javne namjene jesu prvenstveno nestambeni objekti koje koriste tijela vlasti i zgrade institucija koje pružaju javne usluge, te objekti drugih namjena koji pružaju usluge velikom broju ljudi;

Energijski pregled objekta je dokumentovani postupak koji se provodi u cilju utvrđivanja energijskih svojstava objekta i stepena ispunjenosti tih svojstava u odnosu na zahtjeve propisane posebnim propisima i sadrži prijedlog mjera za ekonomski povoljno poboljšanje energijskih svojstava objekta, a provodi ga ovlašteno lice;

Energijski certifikat objekta je dokumenat koji sadrži Energijska svojstva objekta i koji ima propisani sadržaj i izgled u skladu s Pravilnikom donesenim na osnovu Zakona o prostornom planiranju i korištenju zemljišta na nivou Federacije BiH (Pravilnik o Energijskom certificiranju objekata), a izdaje ga ovlašteno lice.

Energijsko certificiranje objekta je skup radnji i postupaka koji uključuje: energijski pregled objekta, vrednovanje radnji Energijskog pregleda objekta i izdavanje Energijskog certifikata s preporukama za ekonomski povoljno poboljšanje energijskih svojstava objekta, a provodi ga ovlašteno lice;

Energijski razred objekta je indikator energijskih svojstava objekta, a izražen je preko godišnje potrebne toplotne energije za grijanje za referentne klimatske podatke svedene na jedinicu korisne površine objekta;

Godišnja potrebna toplotna energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/a], je računski određena količina toplote koju sistemom grijanja treba tokom jedne godine dovesti u objekat za održavanje unutrašnje projektne temperature u objektu tokom sezone grijanja objekta. Ona uključuje toplotne gubitke uslijed transmisije te prirodnog i/ili prisilnog (ventilatorskog) provjetravanja umanjene za toplotne dobitke od sunca i unutrašnjih izvora;

Godišnja potrebna toplotna energija za zagrijavanje potrošne tople vode, $Q_{W,nd}$ [kWh/a], je računski određena količina toplote koju sistemom pripreme potrošne tople vode treba dovesti tokom jedne godine za zagrijavanje vode;

Godišnja potrebna energija za ventilaciju, Q_{Ve} [kWh/a], je računski određena količina energije za pripremu zraka sistemom prisilne ventilacije, djelimične klimatizacije i klimatizacije tokom jedne godine za održavanje stepena ugodnosti prostora u objektu;

Godišnja potrebna toplotna energija za hlađenje, $Q_{C,nd}$ [kWh/a], je računski određena količina toplote koju sistemom hlađenja treba tokom jedne godine odvesti iz objekta za održavanje unutrašnje projektne temperature u objektu tokom sezone hlađenja objekta;

Godišnja potrebna energija za rasvjetu, E_r [kWh/a], je računski određena količina energije koju treba dovesti objektu tokom jedne godine za rasvjetu;

Godišnja potrebna energija za pomoćne uređaje E_p [kWh/a], je računski određena količina energije koju treba dovesti tokom godine za pogon pomoćnih uređaja (pumpe, ventilatori, regulacija);

Koeficijent transmisivnog toplotnog gubitka, $H_{tr,adj}$ [W/K] je količnik između toplotnog toka koji se transmisijom prenosi iz grijanog objekta prema vanjskom prostoru i razlike između unutrašnje projektne temperature grijanja i vanjske temperature;

$$H'_{tr,adj} = H_{tr,adj}/A \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]},$$

Koeficijent toplotnog gubitka provjetravanjem, $H_{ve,adj}$ [W/K] je količnik između toplotnog toka koji se prenosi iz grijanog objekta prema vanjskom prostoru izmjenom zraka u prostoriji s vanjskim zrakom i razlike između unutrašnje projektne temperature grijanja i vanjske temperature;

Godišnja isporučena energija, E_{del} [kWh/a], je energija dovedena tehničkim sistemima objekta tokom jedne godine za pokrivanje energijskih potreba za grijanje, hlađenje, ventilaciju, potrošnu toplu vodu, rasvjetu, svih gubitaka sistema te pogon pomoćnih sistema (pumpe, regulacija itd.);

Godišnja primarna energija, E_{prim} [kWh/a], je računski određena količina energije za potrebe objekta tokom jedne godine koja nije podvrgnuta nijednom postupku pretvorbe; Obuhvaća ukupnu primarnu energiju za grijanje, pripremu PTV-a, hlađenje i rasvjetu.

Koeficijent utroška sistema, e_p je količnik između godišnje primarne energije za grijanje i PTV $E_{prim,H}$ i zbir godišnje toplote potrebne za grijanje i zagrijavanje potrošne tople vode ($Q_{H,nd} + Q_{W,nd}$)

Godišnja emisija ugljen dioksida, CO_2 [kg/a], je masa emitiranog ugljen dioksida u okoliš tokom jedne godine koja je posljedica energijskih potreba objekta.

NAPOMENA

Ukupna primarna energija u objektima proračunava se u skladu s *BAS EN 15603*, kao i sa standardima na koje ovaj standard upućuje.

2. SVRHA I CILJ ENERGIJSKOG PREGLEDA

Energijski pregled je analiza toplotnih karakteristika omotača objekta i karakteristika tehničkih sistema s ciljem utvrđivanja efikasnosti/inefikasnosti potrošnje energije te donošenja zaključaka i preporuka za povećanje efikasnosti. Energijskim pregledom se utvrđuje način korištenja energije te sistemi i mjesta na kojima su prisutni veliki gubici energije kako bi se odredile mjere za racionalno korištenje energije i povećanje energetske efikasnosti.

Svrha i cilj izrade metodologije provođenja energijskih pregleda objekata je osiguranje alata ovlaštenim licima za provođenje energijskih pregleda kroz propisivanje detaljne procedure svih aktivnosti u tom procesu.

Osnovni cilj Energijskog pregleda objekta je prikupljanjem i obradom raznih elemenata objekta dobiti što tačniji uvid u zatečeno Energijsko stanje objekta s obzirom na:

- građevinske karakteristike u smislu toplotne zaštite
- Energijska svojstva sistema za klimatizaciju, grijanje, hlađenje, ventilaciju i rasvjetu
- zastupljenost i Energijska svojstva pojedinih grupa trošila
- strukturu upravljanja zgradom
- pristup korisnika Energijskoj problematici – tzv. ljudski faktor

Na osnovu analize prikupljenih podataka odabiru se konkretne energijski, ekonomski i okolinski optimalne mjere energetske efikasnosti za posmatranu zgradu.

Dvije su osnovne svrhe Energijskog pregleda:

- analiza stanja i mogućnosti primjene mjera poboljšanja energijskih svojstava objekta i povećanja energetske efikasnosti u novim i postojećim objektima
- osnovni alat u određivanju razreda potrošnje energije u Energijskoj certifikaciji objekata.

Tačnost podataka ključ je uspješne provedbe Energijskog pregleda. To najviše dolazi do izražaja kod postojećih objekata. Ponekad nije moguće doći do svih potrebnih podataka, ponekad je potrebno izvršiti dodatna mjerenja. Za kvalitetu Energijskog pregleda je važno da je nedostatak podataka ili netačnost podataka svedena na najmanju moguću mjeru. Osoba koja provodi energijski pregled mora biti stručna i osposobljena da putem uvida u postojeće stanje, provođenjem mjerenja i potrebnih proračuna, što tačnije ustanovi postojeće Energijsko stanje i da preporuke za poboljšanje energijskih svojstava objekta.

3. VRSTE ENERGIJSKIH PREGLEDA

Energijski pregledi dijele se prema:

- opsegu i detaljnosti provedenog istraživanja
- starosti objekta
- složenosti tehničkih sistema objekta
- namjeni objekta i karakteristikama potrošnje energije

3.1. ENERGIJSKI PREGLEDI PREMA OPSEGU I DETALJNOSTI PROVEDENOG ISTRAŽIVANJA

Prema opsegu i detaljnosti provedenog istraživanja razlikujemo:

1. Preliminarni energijski pregled
2. Detaljni energijski pregled

3.1.1. PRELIMINARNI ENERGIJSKI PREGLED

Preliminarni energijski pregled objekta uključuje kratki uvid u stanje energijskih svojstava objekta, s ciljem utvrđivanja potencijala za povećanje energetske efikasnosti, odnosno potrebe za provođenjem detaljnog Energijskog pregleda. Vizualnim pregledom Energijskog stanja omotača i svih tehničkih sistema te kratkom analizom prikupljenih podataka utvrđuju se ključni problemi i sastavljaju preporuke za povećanje energetske efikasnosti uz ocjenu potrebe za detaljnim energijskim pregledom.

Faze preliminarnog Energijskog pregleda su:

- Pripremna faza – prikupljanje podataka o karakteristikama građevinske konstrukcije, bitnim energijskim sistemima i troškovima za energiju
- Razgovor s odgovornom osobom u objektu

- Obilazak objekta – vizualno utvrđivanje Energijskog stanja omotača i svih tehničkih sistema, 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 efikasnosti i utvrđivanje potrebe za provođenjem detaljnog Energijskog pregleda.

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

Za potrebe Energijskog certificiranja objekata potrebno je provesti detaljni energijski pregled. Iz tog razloga u nastavku se prikazuje metodologija detaljnog Energijskog pregleda, dok se za provedbu preliminarnog Energijskog pregleda preporučuje primijeniti skraćenu pojednostavnjenu metodologiju.

3.1.2. DETALJNI ENERGIJSKI PREGLED

Detaljni energijski pregled uključuje detaljnu energetska analizu svih građevinskih i tehničkih sistema u objektu. Za postojeće objekte, ovisno o namjeni, analiziraju se troškovi za energiju kroz optimalno 36 mjeseci kako bi se modelirala potrošnja energije i procijenile energetske potrebe u objektu. Analiza se, po potrebi, upotpunjuje potrebnim mjerenjima potrošnje električne energije, toplotnih gubitaka, ventilacionih gubitaka objekta i dr. što je važno za utvrđivanje gubitaka energije u pojedinim sistemima. Prikupljeni podaci obrađuju se i proračunavaju se Energijska svojstva analiziranog objekta. Predložene mjere za povećanje energetske efikasnosti potrebno je klasificirati u kategorije prema Energijskom, ekonomskom i okolinskom doprinosu, te ukoliko je potrebno preporučiti detaljna mjerenja potrošnje energije.

Faze detaljnog Energijskog pregleda su:

- Sastanak i razgovor sa ključnim ljudima u objektu – upraviteljem i korisnicima/vlasnicima
- Pregled postojeće projektne dokumentacije
- Pregled i analiza računa s podacima o potrošnji toplotne i električne energije, te vode za optimalno 36 mjeseci (obavezno samo za objekte javne namjene)
- Obilazak i detaljni pregled objekta i provođenje potrebnih mjerenja potrošnje, nakon utvrđivanja ključnih nedostataka
- Ponovni razgovor s ključnim ljudima u objektu
- Analiza i obrada prikupljenih podataka
- Identifikacija mjera poboljšanja energijskih svojstava objekta i povećanja energetske efikasnosti
- Energijsko, ekonomsko i okolinsko vrednovanje predloženih mjera
- Priprema izvještaja sa zaključcima i preporukama, te prezentacija ključnim ljudima

3.1.3. SADRŽAJ DETALJNOG ENERGIJSKOG PREGLEDA

1. UVOD

- 1.1 Svrha i cilj provođenja Energijskog pregleda
 - 1.2 Kratki opis klijenta
 - 1.3 Kratki opis lokacije i namjene objekta
 - 1.4 Kratki opis korištenih energijskih sistema
 - 1.5 Kratki opis karakterističnih energijskih podsistema
 - 1.6 Kratki opis ugodnosti boravka u objektu
2. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA OBJEKTA I KARAKTERISTIKA UPRAVLJANJA POTROŠNJOM I TROŠKOVIMA ENERGIJE
- 2.1. Obilazak terena i prikupljanje potrebnih podataka
 - 2.2. Opći dio – kratki opis karakteristika upravljanja potrošnjom i troškovima energije, odgovorne osobe, finansiranje troškova za energiju, sistem odlučivanja o investicijama u održavanje objekta, funkcioniranje sistema informisanja o potrošnji energije, motivacija za primjenu mjera energetske efikasnosti
 - 2.3. Analiza toplotnih karakteristika omotača objekta
 - 2.4. Analiza energijskih svojstava sistema grijanja prostora
 - 2.5. Analiza energijskih svojstava sistema hlađenja prostora
 - 2.6. Analiza energijskih svojstava sistema ventilacije i klimatizacije
 - 2.7. Analiza energijskih svojstava sistema pripreme potrošne tople vode
 - 2.8. Analiza energijskih svojstava sistema potrošnje električne energije – elektroinstalacije, rasvjeta, uređaji i ostala trošila
 - 2.9. Analiza energijskih svojstava specifičnih podsistema (kuhinja, praonica i dr.)
 - 2.10. Analiza potrošnje sanitarne vode
 - 2.11. Analiza sistema regulacije i upravljanja
 - 2.12. Analiza energijskih svojstava sistema za proizvodnju toplotne i električne energije iz obnovljivih izvora energije (ukoliko takvi postoje na lokaciji)
 - 2.13. Procjena potrebne toplotne energije za grijanje i hlađenje, u skladu s BAS EN 13790
3. PROVOĐENJE POTREBNIH MJERENJA (nije obavezno)
- 3.1. Analiza toplotnih gubitaka kroz omotač objekta korištenjem infracrvene termografije, te mjerenje ventilacionih gubitaka (Blower Door Test)
 - 3.2. Potrebna mjerenja u sistemima klimatizacije, grijanja, hlađenja, ventilacije
 - 3.3. Mjerenje elektroenergijskih parametara potrošnje električne energije – po trošilima ili podsistemima
4. ANALIZA TROŠKOVA ZA ENERGIJU I MODELIRANJE POTROŠNJE ENERGIJE (za nestambene objekte javne namjene)
- 4.1. Troškovi za električnu energiju i karakteristike potrošnje
 - 4.1. Troškovi za toplotnu energiju i karakteristike potrošnje
 - 4.2. Troškovi za sanitarnu vodu i karakteristike potrošnje
5. ANALIZA I IZBOR MOGUĆIH MJERA POBOLJŠANJA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA OBJEKTA
- 5.1. Poboljšanje toplotnih karakteristika omotača objekta

- 5.2. Poboljšanje energijskih svojstava sistema grijanja prostora
- 5.3. Poboljšanje energijskih svojstava sistema hlađenja prostora
- 5.4. Poboljšanje energijskih svojstava sistema ventilacije i klimatizacije
- 5.5. Poboljšanje energijskih svojstava sistema pripreme potrošne tople vode
- 5.6. Poboljšanje energijskih svojstava sistema potrošnje električne energije – elektroinstalacije, rasvjeta, uređaji i ostala trošila
- 5.7. Poboljšanje energijskih svojstava specifičnih podsistema
- 5.8. Analiza mogućnosti zamjene energenta ili korištenja obnovljivih izvora energije za proizvodnju toplotne i/ili električne energije
- 5.9. Poboljšanje sistema regulacije i upravljanja
- 5.10. Poboljšanje sistema opskrbe vodom i potrošnje
- 5.11. Potrebni proračuni ušteta za odabrane mjere

6. ENERGIJSKO, EKONOMSKO I OKOLINSKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA

- 6.1. Mjera 1
- 6.2. Mjera 2
- 6.3. Mjera 3
- 6.4. Poređenje isplativih varijanti i ocjena složenosti implementacije

7. ZAVRŠNI IZVJEŠTAJ O ENERGIJSKOM PREGLEDU S PREPORUKAMA I REDOSLIJEDOM PRIORITETNIH MJERA – PODLOGA ZA ENERGIJSKI CERTIFIKAT

3.2. ENERGIJSKI PREGLEDI PREMA STAROSTI OBJEKTA

Prema starosti objekta razlikujemo:

1. Energetske preglede novih objekata
2. Energetske preglede postojećih objekata

Kod postojećih i novih objekata može se primijeniti metodologija preliminarnog ili detaljnog Energijskog pregleda ovisno o cilju klijenta. Preliminarni energijski pregled će ispitati osnovna Energijska svojstva objekta, te mogućnost primjene karakterističnih mjera energetske efikasnosti na promatranu zgradu i ustanoviti da li postoji potencijal energijskih ušteta. U slučaju Energijskog certificiranja objekta provodi se detaljni energijski pregled. Detaljni energijski pregled će utvrditi karakteristike potrošnje energije za postojeće rješenje i analizirati mogućnost povećanja energetske efikasnosti svih građevinskih i energijskih tehničkih sistema te dati prijedlog za cjelovito energijski, ekonomski i okolinski isplativo rješenje.

Energijski pregled novih objekata značajno je jednostavniji i ne uključuje mjere poboljšanja energijskih svojstava objekta, kada se provodi u svrhu Energijskog certificiranja.

3.2.1. ENERGIJSKI PREGLEDI NOVIH OBJEKATA

Energijski pregled novih objekata provodi se nakon što je objekat izgrađen, a prije tehničkog pregleda, završnog izvještaja nadzornog inženjera i izdavanja upotrebne dozvole. Energijski pregled služi kao podloga za izradu Energijskog certifikata objekta, koji se prilaže zahtjevu za izdavanje upotrebne dozvole. Ako se novi objekat ili njegov dio koji čini samostalnu upotrebnu cjelinu, prodaje u toku gradnje, tada je vlasnik koji je kupio zgradu odnosno njezin upotrebni dio (novi investitor), dužan provesti energijski pregled i ishoditi energijski certifikat prije početka upotrebe odnosno puštanja u pogon objekta odnosno njegovog dijela.

Energijski pregled novog objekta provodi se uvidom u projektnu dokumentaciju, korištenjem podataka iz proračuna u projektu, pregledom posebnog izvještaja s pratećom dokumentacijom koju priprema nadzorni organ o provođenju projektovanih mjera i izvedbi tehničkih detalja toplotne zaštite kao i atesta ugrađenih materijala i certifikata proizvoda te pregledom i utvrđivanjem stanja na lokaciji. Potrebno je ustanoviti da li je objekat izgrađen u skladu s projektnom dokumentacijom, u smislu energijskih svojstava, te da li su korištene savremene smjernice energetske efikasnosti. U Energijskom pregledu novih objekata nema analize troškova za energiju, ali se mogu provesti određena ispitivanja i mjerenja, po potrebi, kao npr. kontrola kvaliteta izvedbe toplotne zaštite i detalja toplotnih mostova infracrvenom termografijom, prema BAS EN 13187. Energijski pregled novih objekata uključuje samo analizu postojećeg, i komparaciju s projektiranim stanjem, odnosno projektiranog stanja, bez analize mjera za poboljšanje energijskih svojstava objekata, te kao takav služi kao podloga za izradu Energijskog certifikata novog objekta.

3.2.2. ENERGIJSKI PREGLEDI POSTOJEĆIH OBJEKATA

Energijski pregled postojećih objekata obavezno se vrši u skladu s ovom metodologijom, u svrhu izrade Energijskog certifikata objekta. Provođenje Energijskog pregleda se preporučuje i pri svakoj rekonstrukciji objekta te u periodima koji su definirani (u skladu s propisanom metodologijom monitoringa i rokovima). Kod Energijskog pregleda postojećeg objekta važnu ulogu ima period izgradnje i karakteristike gradnje za taj period, vezano na propise o obaveznoj toplotnoj zaštiti objekata, odnosno uobičajenu građevinsku praksu. Toplotno stanje omotača potrebno je proračunati, pri čemu se mogu koristiti i tabelarno prikazani koeficijenti prolaza toplote za karakteristične konstrukcije, ovisno o periodu gradnje, dati u prilogu.

Prema starosti i vrsti (stil, konstrukcija, materijali, tehnologija) gradnje, a u ovisnosti o zakonodavnom okruženju, i stvarno izvedenom stanju u odnosu na termička svojstva, postojeće objekte u Federaciji BiH možemo podijeliti u karakteristične grupe:

- objekte izgrađene do 1965. godine
- objekte izgrađene u periodu 1965.-1973.
- objekte izgrađene u periodu 1973.-1987.
- objekte izgrađene u periodu 1987.-1992.
- objekte izgrađene u periodu 1996.-2000. (poslijeratna obnova i izgradnja)
- objekte izgrađene u periodu 2000.- do 2009 i dalje

Kod postojećih objekata potrebno je analizirati:

- Smanjenje potreba za energijom u objektu poboljšanjem toplotnih karakteristika omotača i karakterističnih sistema potrošnje ostalih oblika energije

- Povećanje energetske efikasnosti predloženih energijskih sistema koji koriste fosilna goriva
- Mogućnost korištenja alternativnih izvora energije (obnovljivi izvori energije, daljinsko grijanje i hlađenje, kogeneracija, toplotne pumpe) prema uslovima lokacije

Energijski pregled postojećih objekata provodi se prema datoj metodologiji, uz pomoć upitnika za prikupljanje podataka, na osnovu obilaska lokacije, prikupljanja svih relevantnih podataka, te analizom i obradom prikupljenih podataka. Analiza troškova za energiju provodi se obavezno za objekte javne namjene, a preporučuje se i kod svih ostalih pregleda, gdje je moguć jednostavan uvid u račune o potrošnji energije.

3.3. ENERGIJSKI PREGLEDI PREMA SLOŽENOSTI TEHNIČKIH SISTEMA

Prema složenosti tehničkih sistema razlikujemo:

1. Energijski pregled objekta s jednostavnim tehničkim sistemom
2. Energijski pregled objekta sa složenim tehničkim sistemom

3.3.1. ENERGIJSKI PREGLEDI OBJEKATA S JEDNOSTAVNIM TEHNIČKIM SISTEMOM

Objekti s jednostavnim tehničkim sistemom su:

- stambene zgrade ili nestambeni objekti bez sistema grijanja, hlađenja, ventilacije te s individualnim sistemima pripreme potrošne tople vode,
- objekti s pojedinačnim i centralnim izvorima toplote za grijanje sa/ili bez posebnih sistema za povrat toplote, sa podjelom toplotne energije i postrojenjima s centralnim ili individualnim sistemima za pripremu tople vode sa/ili bez korištenja alternativnih izvora energije te pojedinačnim ili centralnim rashladnim sistemima, sistemima ventilacije sa/ili bez povrata toplote i ograničenjem buke u ventilacijskim sistemima bez dodatne obrade zraka.

Energijski pregled objekata s jednostavnim tehničkim sistemom provodi se po istoj metodologiji kao i za objekte sa složenim tehničkim sistemom, uz pojednostavnjen upitnik za prikupljanje podataka.

3.3.2. ENERGIJSKI PREGLEDI OBJEKATA SA SLOŽENIM TEHNIČKIM SISTEMOM

Objekti sa složenim tehničkim sistemom su:

- stambene zgrade ili nestambeni objekti s postrojenjima s centralnim izvorima toplote za grijanje i/ili hlađenje objekta sa centralnom pripremom potrošne tople vode, sa sistemima za mjerenje i podjelu toplotne i rashladne energije, centralnim rashladnim sistemima, sistemima ventilacije i klimatizacije s povratom toplote i ograničenjem buke te dodatnom obradom zraka,
- objekti sa složenim sistemima za grijanje i hlađenje sa novim tehnologijama obnovljivih izvora toplote (kondenzacijski kotlovi, toplotne pumpe, energija sunčevog zračenja, kogeneracijski i trigeneracijski procesi), centrale za daljinsko zagrijavanje i hlađenje, rashladna postrojenja, ventilacijski uređaji s reguliranim hlađenjem zraka i klima-uređaji, uključujući i pripadajuće rashladne uređaje.

Ova metodologija daje razradu procedure za energetske preglede objekata sa složenim tehničkim sistemima, dok se za objekti s jednostavnim tehničkim sistemom primjenjuje ista metodologija, samo pojednostavnjena prema situaciji. Primjeri upitnika za prikupljanje podataka (u prilogu) razrađeni su za karakterističnu etalonsku stambenu zgradu i nestambeni objekat, te se mogu po potrebi dopunjavati kod karakterističnih energijskih tehničkih sistema.

3.4. ENERGIJSKI PREGLEDI PREMA NAMJENI OBJEKTA I KARAKTERISTIKAMA POTROŠNJE ENERGIJE

Osnovna podjela objekata je na stambene zgrade i nestambene objekte. U Pravilniku o Energijskom certificiranju objekata, objekti se prema namjeni i načinu potrošnje energije dijele na:

A stambene zgrade:

1. sa jednim stanom i stambene zgrade u nizu (samostojeće stambene kuće sa jednim stanom, kuće sa jednim stanom u nizu ili drugačije povezane zgrade s jednim stanom, kuće do tri stana i kuće u nizu sa više stanova po lameli – zgrade kod kojih se izrađuje zasebni energijski certifikat za svaku stambenu jedinicu),
2. sa više stanova (stambene zgrade sa tri i više stanova, stambeni blokovi – zgrade kod kojih se može izraditi zajednički certifikat zgrade ili zasebni certifikat za svaku stambenu jedinicu),
3. zgrade za stanovanje zajednica (domovi – đaćki, studentski, staraćki, radnićki, dječiji domovi, zatvori, kasarne i sl. zgrade za stanovanje).

B nestambene objekte:

1. uredski, administrativni i drugi poslovni objekti slične pretežne namjene,
2. školski i fakultetski objekti, vrtići i druge odgojne i obrazovne ustanove,
3. objekti za kulturno umjetniću djelatnost i zabavu, muzeji i biblioteke,
4. bolnice i ostali objekti za zdravstvenu zaštitu i objekti za institucionalnu skrb,
5. hoteli i slični objekti za kratkotrajni boravak, objekti ugostiteljske namjene (gostionice, restorani i sl.),
6. objekti za saobraćaj i komunikacije (terminali, stanice, objekti za saobraćaj, pošte, telekomunikacijski objekti),
7. sportske dvorane,
8. objekti veleprodaje i maloprodaje (trgovaćki centri, objekti s dućanima),
9. ostale vrste objekata koje troše energiju radi ostvarivanja određenih mikroklimatskih uslova u unutrašnjem prostoru.

Prije provođenja Energijskog pregleda potrebno je definisati obim i detaljnost pregleda, na temelju dostupnih informacija iz projektne dokumentacije i razgovora s upraviteljem i korisnicima objekta. Kako se u objektima koriste različiti oblici energije, prikupljanje podataka o potrošnji energije odgovarajuće strukture bitno je za analizu karakteristika potrošnje energije i određivanje mjera za povećanje energetske efikasnosti. Zbog toga su u prilogu ove metodologije pripremljeni upitnici za prikupljanje podataka o karakteristikama građevinskog omotača objekta, svih tehničkih sistema i potrošnji energije. Dva su osnovna tipa upitnika, za stambene zgrade i nestambene objekte.

3.4.1. ENERGIJSKI PREGLEDI STAMBENIH ZGRADA

Osnovna karakteristika Energijskog pregleda stambene zgrade je prikupljanje podataka o objektu i okvirni proračun godišnjih energijskih potreba, prema BAS EN 13790. Za stambene zgrade nije obavezno mjerenje niti prikupljanje podataka o potrošnji i troškovima za energiju, već se cijeli energijski pregled temelji na proračunu. Opcionalno, ukoliko postoje podaci, moguće je analizirati i potrošnju i troškove za energiju. U stambenim zgradama moguće je prema potrebi, provesti i određena mjerenja radi ustanovljavanja kvaliteta izvedbe, kod novih objekata, odnosno identifikacije problema i tačnijeg utvrđivanja energijskih svojstava kod postojećih objekata.

3.4.2. ENERGIJSKI PREGLEDI NESTAMBENIH OBJEKATA

Kod Energijskog pregleda nestambenih objekata treba voditi računa o karakteristikama potrošnje energije objekta određene namjene. Energijski pregled javnog objekta, odnosno nestambenog objekta koji koriste tijela vlasti i objekti institucija koje pružaju javne usluge, te objekti drugih namjena koje pružaju usluge velikom broju ljudi, uključuje uz potrebne proračune i prikupljanje podataka o troškovima za energiju, kao i potrebna mjerenja za tačnije ustanovljavanje Energijskog stanja.

4. ELEMENTI ENERGIJSKOG PREGLEDA

Osnovni elementi Energijskog pregleda su:

1. analiza energijskih svojstava objekta i karakteristika upravljanja potrošnjom i troškovima energije
2. analiza i izbor mogućih mjera poboljšanja energijskih svojstava objekta
3. Energijsko, ekonomsko i okolinsko vrednovanje predloženih mjera
4. završni izvještaj o Energijskom pregledu s preporukama i redoslijedom prioriternih mjera

4.1. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA OBJEKTA I KARAKTERISTIKA UPRAVLJANJA POTROŠNJOM I TROŠKOVIMA ENERGIJE

Obuhvaća:

- Obilazak terena i prikupljanje potrebnih podataka
- Opći dio – kratki opis karakteristika upravljanja potrošnjom i troškovima energije, odgovorne osobe, finansiranje troškova za energiju, sistem odlučivanja o investicijama u održavanje objekta, funkcionisanje sistema informisanja o potrošnji energije, motivacija za primjenu mjera energetske efikasnosti
- Analiza toplotnih karakteristika omotača objekta
- Analiza energijskih svojstava sistema grijanja prostora
- Analiza energijskih svojstava sistema hlađenja prostora
- Analiza energijskih svojstava sistema ventilacije i klimatizacije
- Analiza energijskih svojstava sistema pripreme potrošne tople vode

- Analiza energijskih svojstava sistema potrošnje električne energije – elektroinstalacije, rasvjeta, uređaji i ostala trošila
- Analiza energijskih svojstava specifičnih podsistema (kuhinja, praonica i dr.)
- Analiza potrošnje sanitarne vode
- Analiza sistema regulacije i upravljanja
- Analiza energijskih svojstava sistema za proizvodnju toplotne i električne energije iz obnovljivih izvora energije (ukoliko takvi postoje na lokaciji)
- Procjena potrebne toplotne energije za grijanje i hlađenje, u skladu s BAS EN 13790.

Po potrebi se provode mjerenja radi preciznijeg utvrđivanja energijskih svojstava omotača i tehničkih sistema

- Analiza toplotnih gubitaka kroz omotač objekta korištenjem infracrvene termografije, te mjerenje ventilacionih gubitaka (Blower Door Test)
- Potrebna mjerenja u sistemima klimatizacije, grijanja, hlađenja, ventilacije
- Mjerenje elektroenergijskih parametara potrošnje električne energije – po trošilima ili podsistemima

Za nestambene objekte i stambene zgrade kod kojih za to postoji mogućnost, analiziraju se troškovi za energiju i po potrebi modelira Energijska potrošnja.

- Troškovi za električnu energiju i karakteristike potrošnje
- Troškovi za toplotnu energiju i karakteristike potrošnje
- Troškovi za sanitarnu vodu i karakteristike potrošnje

4.1.1. OBILAZAK TERENA I PRIKUPLJANJE POTREBNIH PODATAKA

Obilazak terena, prikupljanje podataka o objektu (ili objektima) i utvrđivanje ključnih energijskih svojstava bitan je dio Energijskog pregleda. Za to je potrebno sastaviti stručni tim ovlaštenih osoba koji će na osnovu znanja i iskustva prepoznati bitne karakteristike energetske potrošnje i uočiti ključne probleme. Obilazak objekta potrebno je provesti jednom ili više puta kako bi se prikupili svi potrebni podaci.

Prije samog obilaska potrebno je prikupiti osnovne podatke o objektu kako bi se odredio opseg Energijskog pregleda, pretpostavile karakteristične građevinske konstrukcije, energijski sistemi i uređaji koje je potrebno pregledati i analizirati. Nakon toga se određuje raspodjela zadataka između članova tima koji će provoditi energijski pregled. Ukoliko je u objektu više namjena, načina korištenja ili vlasnika preporučljivo je odrediti više grupa za obilazak pojedinih karakterističnih cjelina objekta. Naručilac Energijskog pregleda je dužan dostaviti svu postojeću dokumentaciju o objektu.

Obim Energijskog pregleda potrebno je odrediti iz sadržaja detaljnog Energijskog pregleda (poglavlje 3.1.3) odnosno pregledati sve zatečene građevinske konstrukcije, tehničke sisteme i uređaje. Svi prikupljeni podaci unose se u formulare, upitnike, koji se nalaze u prilogu ove metodologije. Upitnici služe kao pomoć za prikupljanje podataka pri Energijskom pregledu.

Pri obilasku objekta važno je prikupiti slijedeće informacije:

- Opće karakteristike objekta kao što su površine prostorija, broj korisnika, detalje konstrukcije, orijentaciju objekta, opis elemenata omotača i drugo
- Detaljniji opis namjene i režima korištenja

- Raspoloživu projektnu dokumentaciju iz koje su vidljive toplotne karakteristike omotača, te površine i raspored prostora
- Opće tehničke karakteristike uređaja i sistema potrošnje energije, uslove i parametre korištene pri projektovanju
- Račune za potrošenu energiju optimalno za period od 36 mjeseci, a minimalno 12 mjeseci (obavezno kod objekata javne namjene)

Za svaku analiziranu zgradu potrebno je navesti karakteristike lokacije, te raspoložive meteorološke podatke za lokaciju. Potrebno je utvrditi stvarne klimatske podatke prema Prilogu E Pravilnika o toplotnoj zaštiti objekata i racionalnoj upotrebi energije koji govore o: broju stepen dana grijanja SD (Kd/a), broju dana sezone grijanja Z (d), srednjoj vanjskoj temperaturi u sezoni grijanja Θ_e (°C). Dodatno, uz klimatske podatke potrebno je navesti unutrašnju projektnu temperaturu u sezoni grijanja Θ_i (°C), koja treba biti usklađena s BAS EN 12831 – Dodatak D.2, Projektne unutrašnje temperature zraka u prostorijama. Iste podatke je u Energijskom certifikatu potrebno navesti za referentnu klimu.

Na osnovu prikupljenih podataka u uvodnom dijelu izvještaja o Energijskom pregledu potrebno je opisati namjenu i način korištenja objekta, broj osoba u objektu (broj zaposlenih ili broj korisnika), okupiranost tokom dana (radno vrijeme u danu, sedmici i godini), godina izgradnje (ko su projektanti i izvođači), godina i opis zadnje obnove (što je obnovljeno), kratak građevinski opis objekta (orijentacija, oblik, broj etaža, površina, zapremina, rekonstruisani dio, specifičnosti), navesti podatke o korištenim sistemima (grijanja, hlađenja, klimatizacije, ventilacije, rasvjete i pripreme potrošne tople vode - izbaciti ili dodati ako predmetni objekat sadrži još nešto drugo kao npr. upotreba obnovljivih izvora energije), navesti specifične opaske o objektu (npr. napomene korisnika). Osim navedenih podataka ovisno o objektu (vrsti, namjeni, lokaciji) upitnik može sadržavati i druge podatke.

Pri prikupljanju podataka treba obratiti pažnju na karakteristike pojedinih tehničkih sistema:

Za električnu energiju:

- opis tehničkih karakteristika opreme, ukupna instalisana snaga
- tehničke karakteristike trafostanica – priključnih mjesta (GRO),
- opis vlastitih električnih agregata, ako postoje,
- podatke o mjernim mjestima, brojilima,
- opis tarifnih modela, naponskog nivoa i sl.
- raspoložive periodične karakteristike potrošnje – dnevna, sedmična, mjesečna, godišnja, sezonska karakteristika
- podatke o očitanoj/mjereoju potrošnji el.energije, vršnoj i zakupljenoj snazi

Za toplotnu energiju za grijanje prostora:

- opis postojećih agregata i režima rada, ukupno instalisana snaga
- karakteristike centralizovane i lokalne opskrbe toplotom
- podatke o korištenim gorivima i mjerenju potrošnje
- karakteristike toplotnih stаница/podstanica, ako su prisutne
- podatke o toplotnoj infrastrukturi – stanje instalacija, mreža, dislociranost opskrbe
- karakteristike korištenja toplotnih medija (topla voda, para, grijani zrak, drugo)
- raspoložive periodične karakteristike potrošnje toplote – dnevna, mjesečna, godišnja, sezonske karakteristike, prema medijima

Za energiju za hlađenje, ventilaciju i klimatizaciju:

- opis centralizovanog ili lokalnog hlađenja, karakteristike hlađenih prostora
- instalirani kapaciteti – ukupna i pojedinačna snaga
- karakteristike opreme – agregati, prosječni COP, instalacije sistema
- gdje je prisutna puna klimatizacija – opis agregata (klima komora), karakteristika klimatizovanih prostora
- karakteristike prisutnog ventilisanja prostora – infrastruktura, kapaciteti, potrebe

Za sve sisteme: podatke o radu opreme i sistema uključujući podatke iz mjerenih parametara: temperaturi, pritisku, strujanju, radnim satima i druge

- Podatke o mjerama energetske efikasnosti koje su već primijenjene ili se planiraju
- Podaci o korištenim priručnicima za rad i upravljanje, testiranjima i naručenim ispitivanjima

Upravitelj ili vlasnik objekta najčešće raspolaže podacima o općim karakteristikama objekta dok osoblje za održavanje vodi tehničke i radne podatke o opremi i sistemima. Podatke o troškovima za energiju u nestambenim objektima potrebno je zatražiti u računovodstvu kompanije ili ustanove.

4.1.2. ANALIZA TOPLOTNIH KARAKTERISTIKA OMOTAČA OBJEKTA

Analiza toplotnih karakteristika omotača objekta vrlo je zahtjevna i podrazumijeva visoki nivo znanja i iskustva ovlaštene osobe koja provodi energijski pregled. Često kod postojećih objekata ne postoji dokumentacija o objektu, te je potrebno na osnovu poznavanja karakteristika gradnje u određenom vremenskom periodu, pretpostaviti sastav konstrukcije i izračunati koeficijente prolaza toplote za karakteristične dijelove omotača objekta (ovaj proračun treba provesti prema jedinstvenoj metodologiji, radi uporedivosti dobijenih rezultata!).

Potrebno je provesti analizu toplotnih svojstava građevinskih dijelova objekta u cilju dobivanja podataka potrebnih za dalju obradu u svrhu daljeg vrednovanja svojstava objekta i provođenje potrebnih proračuna za određivanje Energijskog razreda objekta (potrebni podaci se određuju proračunom ili se očitavaju iz datih uprosječenih vrijednosti u prilogu ove metodologije, kao npr: koeficijenti prolaska toplote za određene građevinske dijelove, prozore i sl.).

Pri analizi omotača su bitni sljedeći podaci:

- Površina omotača grijanog dijela objekta, A (m^2);
- Orijentacija i pripadajuća površina elemenata omotača objekta (neprozirnih i prozirnih netransparentnih i transparentnih dijelova)
- Zapremina grijanog dijela objekta, V_e (m^3);
- Korisna površina objekta, A_K (m^2);
- Grijana površina objekta
- Učešće površine prozora u ukupnoj površini fasade, f (m^2/m^2);
- Površina omotača hlađenog dijela objekta, A (m^2);
- Zapremina hlađenog dijela objekta, V_e (m^3);
- Korisna površina hlađenog dijela objekta
- Zapremina objekta obuhvaćena ventilacijom, (m^3);

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

- toplotnim gubicima kroz omotač (netransparentne i transparentne dijelove)
- gubicima uslijed provjetravanja i/ili ventilacije
- linijskim toplotnim mostovima
- tačkastim toplotnim mostovima
- toplotnim gubicima prema tlu
- toplotnim gubicima prema negrijanim prostorijama
- toplotnim gubicima kroz ostakljene transparentne prostorije
- toplotnim prilivima od sunca i unutrašnjih izvora

Ukoliko se iz postojeće dokumentacije i pregleda objekta na terenu ne može sa sigurnošću odrediti sastav konstrukcija omotača objekta kao pretpostavka se uzimaju konstrukcije karakteristične za razdoblje gradnje i pripadajući koeficijenti prolaska toplote (u prilogu).

Preporučuje se provesti dodatna mjerenja (IC termografija) kako bi se pretpostavka ispitala i potvrdila te otkrile eventualne nepravilnosti konstrukcije koje mogu uticati na preporuke u zaključku Energijskog pregleda.

Za proračun potrebne energije za grijanje za stvarne klimatske podatke ($Q_{H, nd}$) uzimaju se koeficijenti prolaska toplote pojedinih dijelova građevinskih konstrukcija i njihove orijentacije. Kod stambenih zgrada analizira se energija potrebna za grijanje prema toplotnim karakteristikama omotača, površini i orijentaciji konstrukcije i zapremini grijanog prostora. Kod nestambenih objekata analizira se potrošnja energije dodatno i prema stvarnim troškovima.

Kod određivanja preporuka o povećanju energetske učinkovitosti prvo treba uporediti koeficijente prolaska toplote pojedinih građevinskih konstrukcija s maksimalno dozvoljenim koeficijentima iz Tabele 5, priloga C, Pravilnika o toplotnoj zaštiti objekata i racionalnoj upotrebi energije, primjer tabele je u nastavku. Za ostvarivanje većeg nivoa energetske efikasnosti potrebno je smanjiti toplotne gubitke kroz omotač odnosno dodatno smanjiti vrijednosti koeficijenta prolaska toplote u odnosu na propisani minimum.

Tabela 1: Primjer tabele - toplotne karakteristike postojeće konstrukcije

Konstrukcija	Površina m ²	Stvarni koeficijent prolaska toplote U(W/m ² K)	Dozvoljeni koeficijent prolaska toplote prema TPRUETZZ (W/m ² 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

Pri analizi omotača potrebno je analizirati sve građevinske konstrukcije prema vanjskom ili negrijanom prostoru, te prema tlu. Posebno treba obratiti pažnju na analizu i utvrđivanje postojanja toplotnih mostova, kao i eventualne vlage u konstrukciji. Ostakljeni elementi fasade i zaštita od sunca također se uzimaju u analizu. Uticaj ventilacionih gubitaka toplote mora također biti uzet u razmatranje, a posebno propuštanje kroz slojeve građevinskih elemenata, kao i zrakoptopusnost samih građevinskih konstrukcija.

Što su precizniji prikupljeni podaci o stanju omotača, te površinama, to će analiza energijskih svojstava biti tačnija.

4.1.3. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA GRIJANJA PROSTORA

Potrebno je prikazati podatke koji se prikupljaju na samom objektu za proračun potrebne godišnje toplotne energije za grijanje prostora.

- Opis sistema
 - *instalirani agregati (kotlovi) i korištena goriva* – navesti tip agregata, starost, ime proizvođača te gorivo koje sagorijeva u navedenom agregatu
 - *ukupna instalirana toplotna snaga agregata (kW)*, -navesti toplotnu snagu agregata (kotlova), koja se obično nalazi na samom uređaju ili u tehničkoj dokumentaciji.
 - *sistem distribucije i ogrjevna tijela* – opisati način prenosa toplote, medij te naznačiti vrstu ogrjevnih tijela za distribuciju toplote u prostor
 - *ukupna instalirana toplotna snaga ogrjevnih tijela (kW)*, koju treba odrediti zbrajanjem pojedinih snaga svih ogrjevnih tijela, ili naći podatak u tehničkoj dokumentaciji.
 - *način regulacije* – opisati regulaciju samih agregata sa svim karakteristikama, regulaciju agregata kao zasebnog sistema (npr. vođenje po vanjskoj temperaturi), regulacija samih ogrjevnih tijela (npr. sobni termostati, termostatski ventili)
- Unutrašnja projektna temperatura zraka u prostoriji u sezoni grijanja, Θ_i (°C) – navesti podatak iz tehnicke dokumentacije ili preuzeti iz važećih propisa za navedenu vrstu grijanog prostora
- Srednja vanjska temperatura zraka u sezoni grijanja, Θ_e (°C) – za referentne klimatske podatke preuzeti iz Pravilnika o Energijskom certificiranju objekata a za stvarne klimatske podatke preuzeti iz Pravilnika o toplotnoj zaštiti objekata i racionalnoj upotrebi energije (Prilog E)
- Broj dana grijanja tokom godine – isti izvor kao i srednja vanjska temperatura
- Broj stepen-dan grijanja – isti izvor kao i srednja vanjska temperatura
- Opće stanje i efikasnost sistema – vizuelnim pregledom ocijeniti opće stanje sistema, te potražiti eventualne podatke o mjerenju efikasnosti kotla (npr. ispitivanje dimnih gasova)
- Proračun potrebne toplotne energije Q_H – podatke o potrebnoj energiji izračunati prema Pravilniku o Energijskom certificiranju objekata prema prethodno navedenim podacima i formulama navedenim u Prilogu Pravilnika.

4.1.4. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA HLAĐENJA PROSTORA

Potrebno je prikazati podatke koji se prikupljaju za proračun potrebne godišnje energije za hlađenje koji se prikazuju tabelarno sa detaljnim opisom sadržaja te načina proračuna, a sadrže najmanje sljedeće:

- Način hlađenja prostorija (centralni rashladni sistem, lokalne klima jedinice, drugo, posebne karakteristike);
- Opis sistema hlađenja
 - tip sistema (centralizirani ili lokalne jedinice)
 - za sisteme sa lokalnim jedinicama potrebno je navesti radi li se o split sistemima, multi-split sistemima, kompaktnim prozorskim uređajima, drugome; potrebno je navesti broj jedinica (za eventualne multi-split sisteme broj unutrašnjih i vanjskih), tipične pojedinačne snage i ukupnu instalisanu snagu, električnu i rashladnu, da li pored hlađenja imaju i mogućnost grijanja te prosječan koeficijent efikasnosti (COP) za hlađenje i grijanje
 - za centralizirane sisteme je potrebno navesti princip rada (rashladni kompresor ili apsorpcijski uređaj), tip, broj i snage (električne i rashladne) agregata, njihovu starost, korišteni energent (el. 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 COP za grijanje i hlađenje, broj i smještaj rashladnih tornjeva, da li postoji akumulator rashladne energije („banka leda“) i koliki mu je kapacitet, da li se koristi otpadna toplota; potrebno je navesti broj, tipične snage i ukupnu instalisanu rashladnu snagu terminalnih jedinica (ventilokonvektora ili drugih);
 - način regulacije, za centralizirane sisteme opisati sistem regulacije rada agregata i terminalnih jedinica, da li se izvodi prema unutrašnjoj ili vanjskoj temperaturi, da li je izvedena podjela razvoda na zone u objektu (krila, etaže, itd.);
- Prosječna vanjska temperatura zraka u sezoni hlađenja, Θ_e (°C);
- Unutrašnja projektna temperatura zraka u prostoriji u sezoni hlađenja, Θ_i (°C);
- Razdoblje hlađenja tokom godine (ako je raspoloživ, broj stepen-dana hlađenja);
- Godišnji gubici sistema hlađenja, $Q_{c,ls}$ (kWh/a)
- Godišnja potrebna energija za hlađenje, Q_c (kWh/a).

4.1.5. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE

Potrebno je prikazati podatke koji se prikupljaju za proračun potrebne godišnje energije za ventilaciju koji se prikazuju tabelarno s detaljnim opisom sadržaja te načina proračuna, a sadrže najmanje sljedeće:

- Opis sistema ventilacije;
- Opis i veličina, u m^3 , prostora koji se ventilišu (npr. kuhinja, sportska dvorana, ...) te zahtjevi za izmjenom zraka;
- Opis i veličina, u m^3 , prostora koji se potpuno klimatizuju te zahtjevi za kvalitetom (temperatura, vlažnost...) i izmjenama zraka
- Ukupna instalisana snaga (kW) i kapaciteti (m^3/h) sistema ventilacije i klimatizacije, broj i tip klima komora, izvedenost rekuperacije toplote iz otpadnog zraka;
- Godišnja potreba energije za ventilaciju, Q_{Ve} (kWh/a).

4.1.6. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA PRIPREME POTROŠNE TOPLE VODE

Potrebno je prikazati podatke koji se prikupljaju za proračun potrebne godišnje energije za zagrijavanje potrošne tople vode koji sadrže najmanje sljedeće:

- Način zagrijavanja potrošne tople vode (navesti izvor energije);
- Zapreminu spremnika, ako postoji – oznaka se nalazi na samom spremniku ili podatak uzeti iz tehničke dokumentacije
- Temperatura potrošne tople vode, ($^{\circ}\text{C}$) – ukoliko nema mjerenja temperature, potrebno je procijeniti (trebala bi iznositi do 45°C , zagrijavanje vode na višu temperaturu povećava gubitke u spremniku i razvodu sistema)
- Godišnja potrošnja tople vode, (m^3/a) – ukoliko nije provediv drugi način određivanja, uzeti empirijski podatak od 50 litara PTV dnevno po osobi
- Ukupna instalirana toplotna snaga sistema za pripremu PTV, (kW) - oznaka se nalazi na samom uređaju, ili podatak uzeti iz tehničke dokumentacije
- Udio energenata korištenih za pripremu PTV – ukoliko nije provediv precizniji način određivanja, izračunati udio iz ukupne količine potrošenih energenata pomoću potrebne toplotne energije za PTV, ogrjevne vrijednosti energenta i efikasnosti sistema
- Godišnja potrebna toplotna energija za zagrijavanje PTV, Q_w (kWh/a).

4.1.7. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE – SISTEMA ELEKTROINSTALACIJA, RASVJETE, KUĆANSKIH APARATA I OSTALIH TROŠILA EL. ENERGIJE

Potrebno je tabelarno prikazati podatke koji se prikupljaju za proračun potrebne godišnje električne energije za rasvjetu i drugih potrošača električne energije koji sadrže najmanje sljedeće:

- Definisati tip, količinu, profil rada i ukupnu nazivnu snagu svih rasvjetnih tijela sistema rasvjete, (kW) – iz ovih podataka moguće je dobiti E_r (godišnju potrebnu energiju za rasvjetu) i specifičnu potrošnju rasvjete po površini. Bitno je definisati instaliranu rasvjetu po grupama (štedne fluo armature, klasična rasvjeta, 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). Moguće je navesti i specifične vrijednosti rasvjete za specifične prostorije, kvalitet rasvijetljenosti, troškove održavanja (životni vijek) i sl.
- Definisati tip sistema, količinu, profil rada i ukupnu nazivnu snagu KGHV i STV sistema vezanih uz potrošnju el.energije – npr. elektrootporna trošila (el.grijalice i bojleri), klimatizacijski uređaji, i sl. (kW) - iz ovih podataka moguće je dobiti podloge na primjer za Q_{ve} (godišnja potrebna energija za ventilaciju). Potrebno je definisati nazivne veličine (npr.snaga, faktor snage, i sl.) svake od spomenutih grupa, razdoblje rada, kako bi se mogli utvrditi udjeli u Energijskoj bilansi i u vršnoj angažovanoj snazi (modeliranom ili mjerenom dnevnom dijagramu opterećenja).
- Definisati tip, količinu, profil rada i ukupnu nazivnu snagu EMP-a– motori, pumpe, kompresori, dizala i sl. - Potrebno je definisati nazivne veličine (npr. snaga, faktor snage, pritisci i sl.) svake od spomenutih grupa, period rada, upravljanje, i sl. kako bi se mogli utvrditi udjeli u Energijskoj bilansi i u vršnoj angažovanoj snazi (modeliranom ili mjerenom dnevnom dijagramu opterećenja).
- Definisati tip, količinu, profil rada i ukupnu nazivnu snagu električnih uređaja– TV, PC, Hi-Fi i sl. (kW); Potrebno je definisati nazivne veličine (npr. snaga, faktor

- snage, i sl.) svake od spomenutih grupa, razdoblje rada, kako bi se mogli utvrditi udjeli u Energijskoj bilansi i u vršnoj angažovanoj snazi (modeliranom ili mjenom dnevnom dijagramu opterećenja).
- Definirati tip, količinu, profil rada i ukupnu nazivnu snagu kućanskih uređaja i aparata – mašina za pranje veša, mašina za sušenje veša i sl. Potrebno je definirati nazivne veličine (npr. snaga, faktor snage i sl.) svake od spomenutih grupa, period rada, broj dnevnog/mjesečnog korištenja i sl. kako bi se mogli utvrditi udjeli u Energijskoj bilansi i u vršnoj angažovanoj snazi (modeliranom ili mjenom dnevnom dijagramu opterećenja).
 - Nazivno opterećenje sistema - ukupna instalirana snaga/vršna angažovana snaga sistema/zakupljena el. snaga sistema (kW); - daje nam pokazatelje o raspoloživosti sistema, eventualnoj odgodivoj potrošnji (u NT), smanjenju vršne snage i sl.
 - Godišnja potreba i troškovi električne energije, (kWh/a; KM/a) - iz ovih podataka moguće je dobiti podloge za sve pokazatelje vezane uz bilans energije s udjelom el. energije, npr. E_{del} (energija dovedena tehničkim sistemima objekta), E_{prim} (godišnja primarna energija)

4.1.8. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SPECIFIČNIH PODSISTEMA (KUHINJA, PRAONICA I SL.)

Kod analiza energetike specifičnih podсистema (javne praonice veša, kuhinje i sl.) uz navedene parametre iz tačke 4.1.7. potrebno je dodatno analizirati podatke specifične za pojedini proces. Općenito je potrebno istražiti profil dnevnog/mjesečnog rada, broj obroka, broj i profil korisnika, tipične energente (plin, el. energija, para), specifičnosti uređaja, broj opranih setova veša, tehnički kapacitet i sl.

U objektima gdje je prisutna priprema hrane potrebno je ispitati procese kuhanja i korištene energente na štednjacima – električna energija ili plin. Prema instaliranoj snazi i procijenjenoj potrošnji potrebno je te energente uzeti u obzir kod bilansiranja potrošnje energije za grijanje za cijelu zgradu. Posebno treba ustanoviti koristi li se para za posebne uređaje za kuhanje. Dalje, potrebno je ispitati načine pranja suđa, potrošnju tople vode i eventualno korištenje pare za tu svrhu.

Ukoliko je prisutna praonica veša, prvenstveno je potrebno odrediti broj, tipove i karakteristike uređaja za pranje – radi li se o tunelskom uređaju velikog kapaciteta ili o pojedinačnim uređajima za pranje i sušenje veša. Ako se ne radi samo o klasičnim električnim uređajima, treba ustanoviti količine tople vode i/ili pare koje se centralizovano dobavljaju praonici, te ih uzeti u obzir pri bilansiranju. Gdje je prisutna para, treba razmotriti postupak s kondenzatom – iskorištava li se ili ne.

U navedenim slučajevima treba posebno obratiti pažnju na sisteme ventilacije prostora, njihove kapacitete te prisustvo ili mogućnosti rekuperacije toplote iz otpadnog zraka. Ukoliko posmatrani podсистemi imaju odvojeno mjerilo utroška plina, vode ili el. energije, to treba uzeti u obzir prilikom Energijskog bilansiranja. Također se zbog centralizovane pripreme obroka ili održavanja veša u javnim objektima (vrtići, škole, bolnice, kasarne, hoteli i sl.), ovaj se dio dodatne potrošnje matičnog objekta može analizirati posebno.

4.1.9. ANALIZA POTROŠNJE SANITARNE VODE

Potrošnja vode se u najvećoj mjeri racionalizira promišljenom upotrebom i ugradnjom odgovarajuće armature. Kod nestambenih objekata treba obratiti pažnju na mogućnosti optimizacije rada praonica i uvođenja racionalnijih uređaja za pranje, gdje te djelatnosti postoje.

Također, periodična provjera armatura, instalacija i brtvenih elemenata je od velikog značaja. Kod višespratnica treba obratiti pažnju na pritiske vode na raznim nivoima i na regulaciju pritiska po etažama, jer zbog neodgovarajućeg pritiska često dolazi do prevelikog isticanja. Gdje postoje hidrantske mreže, treba ustanoviti potencijalne gubitke vode.

Potrebno je tabelarno prikazati podatke koji se prikupljaju za proračun ukupne godišnje potrošnje 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)
- Definirati sistem opskrbe pitkom vodom (vodovod i slično) - način opskrbe, eventualni gubici, mogućnost ponovne upotrebe, kišnica i sl., pritisci, kod višekatnica stanje pritisaka na različitim etažama te regulacija pritiska po vertikalama i horizontalama
- Ispitati stanje hidrantske mreže gdje je prisutna i ustanoviti eventualne gubitke vode
- Godišnja potrošnja i troškovi vode, (m^3/a ; KM/a) - iz ovih podataka mogu se dobiti podloge za sve pokazatelje vezane uz bilans potrošnje i troškova za pitku vodu na mjesečnom i godišnjem nivou

4.1.10. ANALIZA SISTEMA REGULACIJE I UPRAVLJANJA

Potrebno je prikazati podatke koji se prikupljaju prilikom analize svih elemenata za upravljanje tehničkim sistemima objekta. Opisati centralizovani sistem regulacije i upravljanja energetikom, ukoliko je izveden za cijeli objekt ili za pojedine cjeline.

Bitni potencijali ušteda u nestambenim objektima leže u regulaciji i centralnom nadzornom upravljanju. Pod tim podsistemima podrazumijevamo sisteme upravljanja rasvjetom, kako unutrašnjom tako i vanjskom, automatske klimatizacijske sisteme, GVKH/HVAC (regulisanje prema izmjerenoj temperaturi), alarmne sisteme, sisteme za video nadzor i mnoge druge.

Različiti podsistemi mogu se tako automatizirati integracijom raznih tehničkih sistema u jednu funkcionalnu jedinicu, sa sučeljem jednostavnim za upotrebu.

Gledano po podsistemima isplativo je regulisanje:

- temperature
- pritiska
- protoka
- vlažnosti zraka
- izmjena zraka
- rasvjete
- angažovane snage

- jalove energije

Prema tipu regulacije može se nominovati:

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

4.1.11. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA ZA PROIZVODNJU TOPLOTNE I ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE (ukoliko takvi postoje na lokaciji)

Ukoliko postoji sistem grijanja s obnovljivim izvorima energije koji, uz postojeći, djeluje kao dodatni sistem (korištenje biomase, geotermalne energije, toplote okoline itd.), potrebno je dodatno navesti podatke o tome, kao i za primarni sistem. Ova analiza je potrebna između ostalog i kako bi se dobio traženi podatak o udjelu obnovljivih izvora energije u potrebnoj toplotnoj energiji za grijanje.

Ukoliko postoje ostali alternativni izvori kojima se proizvodi električna energija te ukoliko se ta proizvedena električna energija distribuira (prodaje u el. mrežu) tada nije potrebno razmatrati energetske dobitke u bilansu. Ukoliko se proizvedena električna energija troši u objektu tada se treba pridodati u bilans te je potrebno dodatno navesti podatke o tome, kao i za primarni elektroenergijski sistem.

4.1.12. PROCJENA POTREBNE TOPLOTNE ENERGIJE ZA GRIJANJE I HLAĐENJE U SKLADU SA BAS EN 13790

Na osnovu provedene analize i prikupljenih podataka procjenjuje se i proračunava potrebna toplotna energija za grijanje i hlađenje analizirane objekta. Za nove objekte očitavaju se podaci iz iskaznice potrebne toplotne energije za grijanje i hlađenje, te se uspoređuju s eventualnim razlikama uočenim prilikom Energijskog pregleda. Za postojeće objekte provodi se što je moguće tačniji proračun na osnovu prikupljenih i procijenjenih vrijednosti i energijskih svojstava analiziranog objekta.

4.1.13. PROVOĐENJE POTREBNIH MJERENJA

Za preciznije ustanovljavanje postojećih energijskih svojstava objekta i svih tehničkih sistema u objektu često je potrebno provesti određena mjerenja. Mjerenja u energijskim pregledima nisu obavezna, ali mogu biti vrlo korisna za utvrđivanje nedostataka, potvrđivanje pretpostavki i ustanovljavanje potencijala ušteda.

METODA INFRACRVENE TERMOGRAFIJE

Pri analizi i ustanovljavanju Energijskog stanja omotača objekta moguće je koristiti i bezkontaktnu, nerazornu metodu termografskog snimanja intenziteta toplotnog zračenja u infracrvenom području. Nakon mjerenja ostaje trajan zapis - termogram čijom se interpretacijom dobivaju informacije o raspodjeli temperature po površini posmatranog objekta. Problemi koje je moguće otkriti termografskim snimanjem su: nehomogenost materijala zida, neispravnosti ili nepostojanje toplotne izolacije, vlaga u konstrukciji, problemi ravnih krovova, toplotni 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 objekta metodom infracrvene termografije te kasnijom stručnom interpretacijom moguće je brzo odrediti njezine građevinske i energetske karakteristike te stanje energijskih sistema. Mogućnost bezkontaktnog i daljinskog snimanja ukupnog temperaturnog polja površine posmatranog objekta daje velike prednosti u odnosu na klasične analize konstrukcije. Primjena je podjednako korisna na postojećim objektima, objektima pod zaštitom kao i novim objektima. Nepravilnosti toplotnih karakteristika omotača objekta rezultiraju u razlici temperature površine elementa.

U standardu BAS EN 15603 metoda infracrvene termografije spominje se u dijelu analize toplotnih mostova na omotaču objekta, pri čemu se ističe kao jedna od metoda pronalaženja i identifikacije toplotnih mostova vanjske konstrukcije. Termografsko snimanje objekta mogu provoditi samo stručnjaci koji su kvalifikovani za primjenu metode infracrvene termografije.

ODREĐIVANJE VENTILACIONIH GUBITAKA OBJEKATA (Blower Door Test)

Metoda stvaranja podpritiska ventilatorom je namijenjena za određivanje ventilacionih gubitaka, tj. propusnosti zraka omotača objekta ili njegovih dijelova. Može se koristiti za mjerenje propusnosti zraka objekta ili njegovih dijelova zbog poređenja sa: za pojedini građevinski element certifikovan podatak o propusnosti zraka; za poređenje relativne propusnosti zraka nekoliko sličnih objekata ili dijelova objekata; za otkrivanje izvora propusnosti zraka; za određivanje smanjenja propusnosti zraka u odnosu na stanje prije primijenjenih mjera. Ova metoda ne mjeri količinu ubačenog zraka u zgradu već se rezultati koriste za procjenu ubačenog zraka i dalje za proračun. Metodom stvaranja podpritiska mjeri se tok zraka kroz konstrukciju izvan prema unutra ili suprotno, a ispitivanje se završava izvještajem koji sadrži:

- opis objekta, svrhu ispitivanja, metodu ispitivanja
- navedene vrijednosti iz norme BAS EN 13829
- ispitivanje:

- opis dijelova objekta koji su podvrgnuti ispitivanju
- površina, unutrašnja zapremina prostora i druge dimenzije objekta
- ispis proračuna
- stanje otvora na objektu (zaptiveni, otvoreni)
- detaljni opis privremeno zaptivenih otvora, ako ih je bilo
- opis sistema grijanja, ventilacije i klimatizacije
- opis opreme i postupaka ispitivanja
- podaci dobiveni ispitivanjem:
 - razlike pritisaka nultog toka pri stlacivanju i rastlacivanju
 - unutrašnje i vanjske temperature
 - brzina vjetra, pritisak u barometru
 - tablela induciranih razlika pritisaka i pripadajućih nivoa toka zraka
 - graf prolaza zraka
 - koeficijent toka zraka C_{env} , eksponent toka zraka n , koeficijent prolaza zraka C_L za stlačivanje i rastlačivanje
 - razina zamjene zraka n_{50} pri 50 Pa za stlacivanje i rastlacivanje i srednja vrijednost
 - izvedena vrijednost prema nacionalnoj propisu

Za provođenje metode potrebno je poznavanje principa toka zraka i mjerenja pritiska. Idealni uslovi su male razlike u temperaturi i male brzine vjetra. Moguća su dva načina provođenja ispitivanja: uslovi za omotač objekta su kao i u razdobljima kada se koriste sistemi grijanja i hlađenja ili se svi otvori na omotaču objekta zatvaraju ili zaptivaju. Metoda je korisna za provođenje energijskih pregleda jer na brz i jednostavan način ustanovljava stanje omotača u smislu zrakopropusnosti.

POTREBNA MJERENJA U SISTEMIMA KLIMATIZACIJE, GRIJANJA, HLAĐENJA I VENTILACIJE

Mjerenja se mogu provoditi u svrhu ustanovljavanja energijskih svojstava i efikasnosti sistema grijanja, funkcionalnosti cjelokupnog sistema, ustanovljavanja izbalansiranosti razvoda, te ustanovljavanja karakteristika komfora u boravišnim prostorima, pogotovo u onima specijalizovanih namjena.

Najčešće se provode mjerenja temperature i protoka polaznog i povratnog medija. Istovremeno je potrebno mjeriti potrošnju goriva u kontrolnom vremenu. Ukoliko je izvedivo, poželjno je mjeriti temperaturu dimnih plinova. Mjerenje sistema dimnih plinova je efikasan zahvat za ustanovljavanje stanja kotla, no zbog zahtjevnosti mjerenja ta mjera je rijetko primjenjiva.

Za ustanovljavanje efikasnosti i funkcionalnosti sistema provode se mjerenja temperature i protoka medija u karakterističnim tačkama razvoda, te u ogrjevnim tijelima. Na taj način se može zaključiti o otporima strujanja i o toplotnim gubicima u razvodu medija, te o efikasnosti ogrjevnih tijela. Za ustanovljavanje lokalnih gubitaka vrše se kontaktna mjerenja temperature na odgovarajućim tačkama razvoda. Ukoliko je izvedivo, može se provesti i termografsko snimanje razvoda ogrjevnog medija, uzimajući u obzir pogreške koje unose reflektujuće površine.

Mjerenje pritiska medija provodi se na najvišim i najnižim tačkama razvoda. Za ustanovljavanje efikasnosti cirkulacionog sistema mogu se mjeriti pogonske

karakteristike cirkulacionih pumpi – protok, potrošnja el. energije i utvrđivanje radnih karakteristika.

Za utvrđivanje izbalansiranosti sistema vrše se mjerenja protoka na glavnom izlazu iz kotla te po pojedinim granama razvoda i njihovim krajnjim ekstenzijama, u kontinuiranom pogonu cirkulacionih pumpi. Kod centralizovanih rashladnih sistema mjere se svojstva distribuiranog medija kao i za grijanje, a kod rashladnih agregata, ako je riječ o kompresorima, mjeri se temperatura kondenzacije i isparavanja, te po potrebi i temperatura rashladnog medija.

MJERENJE PROTOKA ZRAKA U KGHV SISTEMIMA

Poznato je da se ispitivanje i regulacija protoka zraka, količine dobave i odsisa rade zbog postizanja projektovanih parametara u pogledu minimalnih higijenskih uslova, ili broja izmjena zraka ili potreba zračnog grijanja. Velika većina klima komora i ventilacijskih sistema upravlja se frekventnim regulatorima no ukoliko to nije slučaj za sve komore iznad 7.000 m³/h potrebno ih je ugraditi. Ukoliko iz bilo kojeg razloga nije podešen protok zraka, dolazi do povećanja otpora sa kvadratom protoka zraka te pri tome dolazi do povećanja potrošnje snage sa kubom protoka zraka što dovodi do nepotrebnog povećanja potrošnje energije.

Ovo mjerenje je također potrebno i zbog obaveze današnjih sistema da posjeduju rekuperaciju toplote (bilo preko glikolnog ili pločastog rekuperatora, ili rototerma) jer u slučaju manjih protoka zraka od projektovanih, sama efikasnost i ušteda energije na rekuperatoru je znatno smanjena. Također i mjerenjem temperature zraka (ulaz/izlaz) možemo ustanoviti efikasnost same rekuperacije.

MJERENJE NEPROPUSNOSTI VENTILACIJSKIH KANALA

Današnjim načinom izvođenja ventilacijskih kanala, vrlo rijetko se nakon izvođenja radova ispituje u kojoj mjeri dolazi do propuštanja ventilacijskih kanala. Prema dokumentu ASHRAE 111-1988 možemo vidjeti koliko su zapravo veliki gubici u slučaju nepotrebnog propuštanja zraka kroz kanale jer potrošnja snage (kao što je rečeno) raste sa kubom promjene protoka zraka pa u slijedećoj tabeli možemo vidjeti koliko je zapravo nepotrebno velika potrošnja energije, zbog povećanja snage motora komore u odnosu na postotak propuštanja kanala:

Tabela 2: Odnos propusnosti kanala i povećanja snage motora

Propusnost	Povećanje bruto snage motora
0 %	1.00
1 %	1.03
5%	1.16
10%	1.33
15%	1.52

20%	1.73
-----	------

MJERENJA ELEKTROENERGIJSKIH PARAMETARA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE – PO TROŠILIMA ILI PODSISTEMIMA

Cilj mjerenja elektroenergijskih parametara potrošnje električne energije je snimanje dnevnog dijagrama opterećenja, tj. snimanje dnevne dinamike potrošnje električne energije, kako bi se smanjili troškovi vršne angažovane snage te eliminisali nepovoljni parametri (jalova energija, uticaj harmonika, nesimetričnost napona, padovi napona i sl.) Za tu svrhu potrebno je mjeriti ukupnu i radnu snagu po fazama i ukupno. Mjerenja se upotpunjuju podacima o mjerenom naponu, struji te faktoru snage. Minimalno razdoblje mjerenja je 7 dana, a po potrebi i duže.

Ukoliko se ukaže potreba, moguće je izvršiti mjerenja i analizu svih elektroenergijskih prilika u mreži (U, I, P, THD, $\cos\phi$, $U_{1,2,3}$, $I_{1,2,3}$, U_0 , I_0 , i sl.) u zavisnosti od profila potrošnje. Izmjerena potrošnja energije analizira se u odnosu na postojeće rješenje te se razmatraju moguće mjere energetske efikasnosti za smanjenje potrošnje i troškova energije. Kao rezultat ovih analiza, utvrđuje se da li su sistemi energijski optimalno projektovani i da li definišu isplative mjere energetske efikasnosti. Konačno, sintezom dobivenih rezultata, odnosno provedenih analiza, moguće je definisati buduće smjernice potrošnje i troškova.

4.1.14. ANALIZA PODATAKA O POTROŠNJI I TROŠKOVIMA ZA ENERGIJU I MODELIRANJE POTROŠNJE ENERGIJE

Za definisanje stvarnog stanja energetske potrošnje, preporučuje se kod svih energijskih pregleda, prikupiti podatke o troškovima energije, odnosno račune o potrošnji svih energenata i vode za optimalno 36 mjeseci, a najmanje 12 mjeseci. To nije obavezno kod stambenih zgrada iako može biti korisno. Podaci korišteni u ovim analizama dobivaju su od strane stručnog osoblja vlasnika/predstavnik vlasnika objekta, domara, iz energijskih računa, upitnika i stručnih procjena osoblja koje vrši energijske preglede. 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 (el. energija, plin, voda, i dr.) kako bi se razdvojili udjeli pojedine grupe potrošnje i definisali dominantni faktori; npr. rasvjeta, elektronski uređaji, klimatizacija i sl. kod potrošnje električne energije ili raščlanjivanje udjela toplotne energije ili plina za grijanje, pripremu obroka i PTV. Na taj način se dobiva jasnija slika potrošnje i režima rada svake podgrupe potrošnje, te njeni udjeli u dnevnom dijagramu opterećenja te ukupnoj Energijskoj bilansi. S tim činjenicama se može ciljano, uz sve prethodno navedene parametre, nominovati mjere energetske efikasnosti uz manju marginu greške te prema realnijim kriterijima.

Kod postojećih objekata nestambene namjene (obavezno za objekte javne namjene) potrebno je prikupiti podatke o troškovima za toplotnu energiju za grijanje i hlađenje, podatke o parametrima potrošnje i troškovima električne energije, vode, te ostalih energenata, optimalno za period od 36 mjeseci, a minimalno za 12 mjeseci. Za

energetske preglede stambenih zgrada nije potrebno analizirati troškove za energiju, ali ukoliko su podaci dostupni, preporučuje se analizirati ih. Uz prikupljanje podataka, za utvrđivanje stvarnog Energijskog stanja provode se i potrebna mjerenja. 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 objekta, te način korištenja.

Obavezan je obilazak objekta, razgovor s ključnim ljudima (upravitelj i/ili održavalac objekta, vlasnik/ci i/ili korisnik/ci) i utvrđivanje stvarnog stanja kako bi se uočila odstupanja (npr. porast potrošnje vode zbog puknuća cijevi) i provjeriti prikupljene podatke kako bi se pojednostavila i osigurala tačnost kasnije analize podataka.

Za analizu potrošnje i troškova vezanih uz električnu energiju potrebno je prikupiti sve dostupne podatke o spomenutom sistemu. Najčešće se većina podataka može pronaći u postojećoj projektantskoj dokumentaciji, ugovoru o priključku objekta na elektroenergetsku mrežu i računima za potrošnju el. energije. Kako za starije objekte postojeće stanje može bitno odstupati od projektovanog stanja, sugerira se da se ti podaci uzmu kao orijentir, a da se kroz energijski upitnik definiše realno trenutno stanje. Također je potrebno i vizualno utvrditi stanje sistema, broj priključka/brojila, i sl.

Kod prikupljanja podataka o potrošnji i troškovima električne energije potrebno je utvrditi: Glavne grupe potrošnje

- Tehničke karakteristike (*nazivna snaga, faktor snage, životni vijek, efikasnost,...*), sistema rasvjete, KGHV sistema, el. opreme i kućanskih uređaja, termootpornih elemenata (grijalice i el. bojleri), elektromotornih pogona (motori, pumpe, kompresori) i sl.
- Karakteristike rada (*razdoblje rada, uticaj na dijagram opterećenja, broj isključivanja/uključivanja, tip regulacije i sl.*) sistema rasvjete, KGHV sistema, el. opreme i kućanskih uređaja, termootpornih elemenata (grijalice i el. bojleri), elektromotornih pogona (motori, pumpe, kompresori) i sl.

Elemente troškova i potrošnje

- Svi energijski parametri koji se mogu iščitati iz računa – potrošnja el. energije u višem i nižem tarifnom razdoblju (VT i NT), angažovana vršna radna snaga, zakupljena snaga, prekomjerno preuzeta jalova energija/cos ϕ , i sl.
- Svi ekonomski parametri koji se mogu iščitati iz računa – troškovi za el. energiju u višem i nižem tarifnom razdoblju (VT i NT), angažovanu vršnu radnu snagu, prekomjerno preuzetu jalovu energiju/cos ϕ , PDV, zatezne kamate, opomene i sl.
- Svi elementi potrošnje energije koji se mogu dobiti iz provedenih elektroenergijskih mjerenja
- Tarifni model i uslovi zakupa snage/el.en. priključka

Sisteme upravljanja i kontrole

- Nadzorni i upravljački sistem potrošnje el. en.
- Regulacija prekomjerno preuzete jalove energije – *el. kompenzacija*
- Ograničavanje vršne angažovane snage – *limitator*
- Upravljanje EMP – *brzina vrtnje, regulacija pritiska i sl.*

Stanje mjerne opreme (brojila)

- Stanje priključnog mjesta/brojila – vizualna detekcija

Kod prikupljanja podataka o potrošnji i troškovima toplotne energije, prvenstveno se posmatraju načini korištenja energije te trošeni energenti. Korištenje toplotne energije objekata se svodi na:

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

Za te namjene se koriste plinovita i tečna goriva, kruta goriva te električna energija. U analizi Energijskog sistema nekog objekta potrebno je uočiti energetske podsisteme prema gornjim načelima. U pogledu analize potrošnje toplotne energije prvenstveno se posmatra podjela prema korištenju energije, a u pogledu analize troškova prvenstveno prema korištenim gorivima.

Kod prikupljanja podataka je potrebno utvrditi:

- Karakteristike potrošača:
 - Grupe potrošača prema korištenim energentima
 - Tehničke karakteristike (*nazivne snage, životni vijek, efikasnost,...*), toplotnih agregata, ogrijevnih tijela i svih drugih potrošača topline
 - Radne karakteristike – razdoblja rada, opterećenja, sezonske karakteristike potrošnje, način regulacije
- Elemente troškova i potrošnje:
 - Uslove opskrbe i obračunavanja utrošenih energenata
 - Za opskrbu toplotnom energijom iz mreže – tarifne grupe, modele i elemente
 - Sve energetske parametre koji se mogu iščitati iz računa – potrošnja energenta, zakupljena snaga (za toplotnu energiju)
 - Svi ekonomski parametri koji se mogu iščitati iz računa – cijene i troškove za energente
 - Podatke koji se mogu dobiti iz eventualnih mjerenja ili drugih ustanovljavanja potrošnje

Za analizu potrošnje električne energije potrebno je navesti sljedeće:

- Tarifni model/sistem i kategorija kupca

Tarifni modeli dijele se prema kategoriji kupca (domaćinstva i industrija) te prema naponu (niski, srednji i visoki napon) i kategorijama potrošnje.

4.2. ANALIZA I IZBOR MOGUĆIH MJERA POBOLJŠANJA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA OBJEKTA

Analiza mogućih mjera poboljšanja energijskih svojstava i povećanja energetske efikasnosti obavezno uključuje:

- Poboljšanje toplotnih karakteristika omotača objekta
- Poboljšanje energijskih svojstava sistema grijanja prostora

- Pобољшanje energijskih svojstava sistema хлађења простора
- Pобољшanje energijskih svojstava sistema ventilacije i klimatizacije
- Pобољшanje energijskih svojstava sistema pripreme потрошне топле воде
- Pобољшanje energijskih svojstava sistema потрошне електричне енергије – електроинсталације, расвјета, уређаји i остала трошила
- Pобољшanje energijskih svojstava специфичних подсistema
- Analiza могућности замјене енергента или коришћења обновљивих извора енергије за производњу топлотне i/или електричне енергије
- Pобољшanje sistema регулације i управљања
- Pобољшanje sistema опskrbe водом i потрошње
- Потребне процјене i прорачуни уштеда за одабране мјере

Могућности побољшања енергиjskih svojstava објекта можемо подијелити у три групе:

1. организациjsко-едукациjsке мјере, без трошкова
2. мјере уз мале трошкове i брзи поврат инвестиције
3. мјере уз веће трошкове i дужи поврат инвестиције

Организациjsко-едукациjsке мјере, без додатних трошкова укључују:

- правилно управљање енергијом - искључивање техничких система или расвјете када се простор не користи, контрола температуре на уређајима, рационално коришћење воде i др.
- програме подизања свијести i едукације разних циљних група – корисника, инвеститора, свих судионика у градњи, именованје Енергиjsког управитеља објекта, постављање циљева за смањење потрошње енергије i трошкова одржавања објекта

Мјере за побољшање енергиjskih svojstava објекта уз мале трошкове i брзи поврат инвестиције укључују:

- заштита прозора i ванjsких врата, замена остакљених са двоstrуким IZO нискоemisijsким остакљеним (preporuka U остакљених < 1,1 W/m²K),
- провјера i поправка окова на прозорима i вратима,
- изолирање ниша за радијаторе i кутије за ролете,
- топлотно изолирање постојећег косог крова или стropa према негријаном тавану деblјим слојем топлотне изолације,
- reducирање губитака топлоте кроз прозоре уградњом ролета, постављањем завјеса i сл.,
- уградња терmostatsких ventila на радијаторе,
- изолирање цијеви за топлу воду i spremнике топле воде,
- хидрауличко уравнотежење система централног топловодног гријања,
- редовно сервисирање i podeшавање система гријања i хлађења,
- уградња аутоматске регулације, контроле i надзора енергетике објекта,
- уградња штедних извора свјетла,
- замена трошила енергиjsки ефикаснијима – Енергиjsког разреда А,
- употреба штедне armature на трошилима за воду (smart-shower системи, нискоprotoчни водокотлићи, сензорске slavine i pisoari),
- компензирање jalove енергије уградњом компензаторских батерија,
- регулација брзине вртње EMP-a (VSD, фрекventна регулација i сл) регулација i контрола рада система расвјете (day-light) i klimatizacije (termosenzori), одабир ефикаснијих трошила.

Мјере за побољшање енергиjskih svojstava објекта уз нешто веће трошкове i дужи период поврата инвестиције укључују:

- замена прозора i ванjsких врата топлотно квалитетнијим прозорима – preporuka U прозора 1,1-1,8 W/(m²K),
- на прозоре уградња микропрекидача који искључују конвекторско гријање i хлачење при отварању прозора,

- toplotno izoliranje neizoliranog objekta ili povećanje toplotne izolacije izoliranog objekta kod cijelog omotača objekta, (zidovi, podovi, krov te površine prema negrijanim prostorima minimalno u skladu sa zahtjevima iz posebnog propisa),
- izgraditi vjetrobran na ulazu u kuću,
- saniranje i obnova dimnjaka,
- centraliziranje sistema grijanja i pripreme potrošne tople vode,
- analiziranje sistema grijanja i hlađenja u kući i po potrebi zamjena energijski efikasnijim sistemom (modernizacija postojećeg kotla, ugradnja novog kotla, promjena izvora energije) te ga kombinovati s obnovljivim izvorima energije (sunčeva energija, biomasa, geotermalna energija),
- rekuperacija otpadne toplote, vode i sl.,
- ugradnja centralnog nadzornog i upravljačkog sistema,
- ugradnja sunčevog sistema za zagrijavanje vode – ukoliko se zagrijavanje vode vrši konvencionalnim izvorima energije ugraditi sistem sa solarnim kolektorima,
- ugradnja fotonaponskog sistema za dobijanje električne energije: ugraditi sistema fotonaponskim modulima (ukoliko je moguća povoljna orijentacija modula).

U cilju postizanja veće energetske efikasnosti 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 ugljen-dioksida (KM, kWh, tCO₂)
- Koliki su investicijski troškovi, troškovi projektovanja, troškovi montaže i demontaže, troškovi puštanja u pogon, vijek trajanja i potrebne dozvole (procjene)
- Koliki je period povrata investicije
- Specifikaciju opreme i radova
- Održavanje

Postupke je potrebno prilagoditi veličini i namjeni objekta. Kad se u objektu odvijaju određeni tehnološki procesi iste je potrebno uzeti u obzir kod izrade energetske bilanse objekta.

U nastavku je prikazano nekoliko pojedinačnih primjera mjera poboljšanja energijskih svojstava objekta. Analiza mjera obavezno se provodi pri energijskim pregledima postojećih objekata svih vrsta i namjena.

4.2.1. ANALIZA MOGUĆNOSTI ZAMJENE ENERGENTA I KORIŠTENJA ALTERNATIVNIH SISTEMA OPSKRBE ENERGIJOM

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

- decentralizirani sistemi za opskrbu energijom na temelju obnovljivih izvora energije,
- kogeneracija,
- apsorpcijsko hlađenje
- daljinsko /blokovsko grijanje ili daljinsko/ blokovsko hlađenje, ako postoji,
- toplotne pumpe i korištenje topline okoliša

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

- Biomasa, proizvodnja bioplina, proizvodnja toplotne energije, kogeneracija
- Fotonaponski moduli
- Solarni sistem za grijanje, pripremu potrošne tople vode i hlađenje
- Vjetar

4.2.2. ANALIZA MOGUĆNOSTI POVEĆANJA TOPLOTNE ZAŠTITE OMOTAČA OBJEKTA

Potrebno je napraviti pregled mjera koje su primjenjive na omotač objekta s ciljem smanjenja toplotnih gubitaka/dobitaka, a koje se odnose na:

- Toplotnu izolaciju svih dijelova omotača
- Rješavanje problema s toplotnim mostovima
- Prozore i vrata
- Roletne, žaluzine i zaštite od sunčevog zračenja
- Sanacija dimnjaka
- Vjetrobrani

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

Sa stajališta energetske potrošnje u postojećim objektima, razdoblje izgradnje izuzetno je važan parametar. Zbog karakteristika gradnje i nedostatka propisa o toplotnoj zaštiti, u razdoblju intenzivne obnove i izgradnje stambenih zgrada, izgrađen je niz stambenih i nestambenih objekata koje su danas veliki potrošači energije, s prosječnom potrošnjom energije za grijanje od preko 200 kWh/m².

Prema starosti i vrsti (stil, konstrukcija, materijali, tehnologija) gradnje, a u ovisnosti o zakonodavnom okruženju, i stvarno izvedenom stanju u odnosu na termička svojstva, postojeće objekte u Federaciji BiH možemo podijeliti u karakteristične grupe:

- objekti izgrađeni do 1965. godine
- objekti izgrađeni u periodu 1965.-1973.
- objekti izgrađeni u periodu 1973.-1987.
- objekti izgrađeni u periodu 1987.-1992.
- objekti izgrađeni u periodu 1996.-2000. (poslijeratna obnova i izgradnja)
- objekti izgrađeni u periodu 2000.- do 2009 i dalje

Energijskom obnovom starih objekata, naročito onih građenih prije 1965. godine, moguće je postići najveće uštede u potrošnji toplotne energije. Osim zamjenom prozora, najveće uštede mogu se postići toplotnom zaštitom vanjskog zida. Mjera u području toplotne zaštite s najkraćim periodom povrata investicije i najmanjim ulaganjem je toplotna zaštita kosog krova ili stropa prema negrijanom tavanu. Sanacija poda prema tlu vrlo često nije ekonomski opravdana, zbog relativno malog smanjenja ukupnih toplotnih gubitaka u odnosu na veliku investiciju koja je potrebna za takvu sanaciju. Međutim, potrebno je naglasiti da bitnu ulogu u toplotnoj zaštiti objekta imaju svi dijelovi omotača objekta, kao što su:

- vanjski zid
- zid između grijanih prostora različitih korisnika
- zid prema negrijanom prostoru
- vanjski zid prema terenu
- pod na terenu
- međuspratna konstrukcija koja odvaja prostore različitih korisnika
- strop prema negrijanom podrumu
- strop prema negrijanom tavanu

- ravni i kosi krov iznad grijanog prostora
- strop iznad vanjskog prostora
- prozori i vanjska vrata

Toplotna zaštita mora biti riješena kontinuirano po omotaču bez prekida, svodeći uticaj toplotnih mostova na minimum. Toplotni mostovi se uvijek pojavljuju u građevinskim konstrukcijama, no njihov uticaj na ugodnost boravka, trajnost i stabilnost konstrukcije je potrebno smanjiti pravilnim projektovanjem bitnih detalja konstrukcije:

- Prozore treba ugraditi tako da su barem dijelom u nivou toplotne izolacije
- Kutija za roletnu mora biti toplotno izolirana
- Toplotnu izolaciju zida treba povući do temelja, a po potrebi treba izolirati i temelj
- Osigurati kontinuitet toplotne izolacije svih konstrukcija, bez prekida toplotne izolacije
- Projektovati objekte tako da se izbjegnu konstruktivni detalji tipičnih toplotnih mostova
 - prodori konstrukcija, istake i slično

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

Proračun godišnje potrebne toplotne energije za grijanje, $Q_{H, ht}$ i hlađenje objekta, $Q_{c, nd}$ (kWh/a) se izvodi u skladu sa standardom BAS EN ISO 13790.

U svrhu uštede energije zgradu je potrebno podijeliti u više zona ukoliko je predviđen različit način korištenja ili se unutrašnje projektne temperature razlikuju više od 4°C. Svi koeficijenti prolaza toplote graničnih konstrukcija (između zona i prema van) moraju ispuniti zahtjeve određene u tabeli 5. iz Priloga »C« Pravilnika o toplotnoj zaštiti objekata i racionalnoj upotrebi energije, kako bi se ostvarila minimalna toplotna zaštita. Da bi se ostvarila racionalna upotreba energije potrebno je poboljšati toplotne karakteristike elemenata omotača odnosno smanjiti koeficijent prolaska toplote U [$W/(m^2 \cdot K)$] i smanjiti toplotne gubitke po jedinici površine elementa [kWh/m^2].

U skladu s novim Tehničkim propisom, koeficijent prolaska toplote za prozore i balkonska vrata može iznositi maksimalno $U = 1,80 W/m^2K$. Dok se na starim objektima koeficijent U prozora kreće oko 3,00-3,50 W/m^2K i više (gubici toplote kroz takav prozor iznose prosječno 240-280 kWh/m² godišnje), evropska 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 savremenim niskoenergijskim i pasivnim kućama taj se koeficijent kreće između 0,80-1,40 W/m^2K . Preporuka za gradnju savremenog energijski efikasnog objekta je koristiti prozore s koeficijentom $U < 1,40 W/m^2K$.

U ukupnoj Energijskoj bilansi kuće važnu ulogu igraju i toplotni prilivi od Sunca. U savremenoj arhitekturi puno pažnje posvećuje se prihvatu sunčeve energije i zaštiti od pretjeranog osunčanja, jer se i pasivni dobici toplote moraju regulisati i optimizirati u zadovoljavajuću cjelinu. Sistemi za zaštitu od Sunca usklađeni sa vanjskim uslovima okoline osiguravaju dobre uslove rada i boravka u objektu. Ako se osigura odgovarajuće tehničko rješenje postiže se prilagodljiv priliv toplote od sunčevog zračenja u zgradu i sprječava pregrijavanje prostorija objekta zbog djelovanja Sunčevog zračenja tokom ljeta i smanjuje potrebna energija za hlađenje.

Ljetna toplotna zaštita obuhvata:

- Toplotnu zaštitu prozirnih elementa fasade tokom ljeta
- Toplotnu zaštitu vanjskih netransparentnih građevnih dijelova $< 100 \text{ kg/m}^2$ tokom ljeta
- Zrakonepropusnost građevnih dijelova koji čine omotač grijanog prostora objekta
- Zrakopropusnost prozora, balkonskih (vanjskih) vrata i krovnih prozora
- Vanjski netransparentni građevni dijelovi, koji su izloženi Sunčevu zračenju, moraju imati odgovarajuće dinamike toplotne karakteristike kako bi se smanjio njihov doprinos zagrijavanju zraka u objektu tokom ljetnih mjeseci
- Dinamičke toplotne karakteristike građevnih dijelova, ovisne o promjenjivosti toplotnih tokova, nisu još u potpunosti donesene u EN standardima, te se dokazuje posredno preko koeficijenta prolaska toplote - $U [W/(m^2K)]$

Smanjenje toplotnih gubitaka i povećanje toplotne zaštite osnovni je uslov za postizanje energijski efikasnog sistema i ugradnju savremenih alternativnih tehničkih sistema u objekte.

Pri predlaganju nivoa toplotne zaštite preporučuje 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.

4.2.3. ANALIZA MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA SVIH POSTOJEĆIH ENERGIJSKIH SISTEMA OBJEKTA

Potrebno je analizirati:

- Poboljšanje energijskih svojstava sistema grijanja prostora
- Poboljšanje energijskih svojstava sistema hlađenja prostora
- Poboljšanje energijskih svojstava sistema ventilacije i klimatizacije
- Poboljšanje energijskih svojstava sistema pripreme potrošne tople vode
- Poboljšanje energijskih svojstava sistema potrošnje električne energije – elektroinstalacije, rasvjeta, uređaji i ostala trošila
- Poboljšanje energijskih svojstava specifičnih podсистема
- Analiza mogućnosti zamjene energenta ili korištenja obnovljivih izvora energije za proizvodnju toplotne i/ili električne energije
- Poboljšanje sistema regulacije i upravljanja
- Poboljšanje sistema opskrbe vodom i potrošnje

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

- Kotlovnice i sistemi grijanja (zamjena standardnih kotlova niskotemperaturnim ili kondenzacijskim, niskotemperaturno grijanje)
- Klimatizacija i ventilacija
- Rekuperacija
- Prirodno provjetravanje
- Priprema potrošne tople vode
- Prelazak na druge vrste izvora energije
- Daljinsko/blokovsko grijanje ili daljinsko/blokovsko hlađenje ako postoji
- Kogeneracija

- Toplotne pumpe i korištenje toplote iz okoliša
- Decentralizirani sistemi 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 objekat smješten.

4.2.4. ANALIZA MOGUĆNOSTI UGRADNJE KOMPENZACIJSKE BATERIJE RADI SMANJENJA PREKOMJERNO PREUZETE JALOVE ENERGIJE

Pogoni čija namjena uvjetuje potrebu za velikim brojem induktivnih potrošača, uzimaju iz distributivne mreže jalovu snagu. Pretpostavka za rad motora i transformatora su magnetna polja i potreban udio energije za njihovo nastajanje ne može se pretvoriti u radnu snagu i ona se naziva reaktivna (jalova) snaga Q. Budući da jalova snaga (energija) nepotrebno opterećuje mrežu, ona se naplaćuje ukoliko je njena vrijednost veća od 1/3 utrošene radne energije. Kako bi se spriječilo uzimanje jalove energije iz mreže, a time i bespotrebno plaćanje, u pogone takve vrste instaliraju se uređaji koji će nadomjestiti potrebnu jalovu snagu (energiju) a s obzirom da jalova snaga stvara teškoće (gubitke) u prenosu povoljnije ju je proizvesti na mjestu potrebe te kako bi se eliminirali uticaji neplanskih ili naknadno ugrađenih nekompenziranih grupa trošila. Ekonomičnost takvih uređaja je velika, investicija uložena u uređaj za kompenzaciju jalove energije u načelu se vraća vrlo brzo. Ovakav sistem često ima brz povrat investicije (do godinu-dvije dana) i zapravo predstavlja standard u modernim projektima elektroinstalacija koji često nije potrebno posebno isticati, dok u postojećim objektima (nekompenziranim) to predstavlja bitan potencijal ušteda.

Provedena analiza treba dati :

- Koliki su investicijski troškovi, troškovi projektovanja, troškovi montaže i demontaže, troškovi puštanja u pogon, i sl.
- Koliki je period povrata investicije
- Specifikaciju opreme i radova
- Održavanje

4.2.5. ANALIZA MOGUĆNOSTI SUPSTITUCIJE POSTOJEĆEG SISTEMA RASVJETE SA EFIKASNIM RJEŠENJEM

U nestambenim objektima, rasvjeta može imati vrlo dominantan udio u ukupnoj potrošnji el. en. stoga se sugerišu rješenja koja trebaju biti napravljena prema projektantskim standardima i trebaju zadovoljavati sve propisane kriterije, s jedne strane; te trebaju imati visoku razinu efikasnosti, s druge strane.

Najčešće sugerirana rješenja koja se implementiraju u ovakve objekte je fluo rasvjeta, gdje treba uzeti u obzir i tip svjetiljke (odnosno predspojne naprave i mogućnost regulacije), te u svakom slučaju obavezno treba koristiti elektronsku predspojnu napravu umjesto elektromagnetske – zbog niza prednosti. Kod potrebe visokog svjetlosnog toka sa dobrim odzivom boja, uz navedeno, predlaže se korištenje MH tipa rasvjete.

Provedena analiza treba dati:

- Koje su godišnje uštede energije i smanjenje emisije ugljen dioksida (KM, kWh, tCO₂)

- Koliki su investicijski troškovi, troškovi projektovanja, troškovi montaže i demontaže, životni vijek trajanja i sl.
- Koliki je period povrata investicije
- Specifikaciju opreme i radova
- Održavanje

4.2.6. ANALIZA MOGUĆNOSTI POSTAVLJANJA TERMOSTATSKIH VENTILA I RAZLIČITIH TERMOSTATSKIH GLAVA

Najveći i najčešći problem u sistemu grijanja je što ne postoji regulacija temperature prostora po pojedinim prostorijama. Takav sistem dovodi do toga da se objekat jednako grije bez obzira na stvarno potrebnu temperaturu u pojedinim prostorijama. Posljedica takvog sistema je pregrijavanje pojedinih prostorija, a zbog nemogućnosti jednostavnog regulisanja temperature osim provjetranjem prisutni su veliki gubici toplote. Radijatori najčešće imaju ručne regulacijske ventile kojim se može regulisati protok tople vode, ali nikad nije moguće tačno regulisati temperaturu kako bi se optimalno koristila energija i povećala ugodnost boravka u prostoru. U većini nestambenih objekata starijih od 10 g. zbog devastacije takvih ventila nije moguća čak ni takva regulacija. Jedno od najjednostavnijih rješenja je postavljane termostatskih ventila s termostatskom glavom koji zajedno čine termostatski set, koji će omogućiti regulaciju temperature u svakoj prostoriji posebno.

Vrlo je važno obratiti pažnju koja se vrsta termostatskih glava predlaže za pojedini objekt. Postoje dvije osnovne vrste termostatskih glava od kojih su jedne klasicne namijenjene za stambene objekte a druge za javne objekte (npr. protuprovalne termostatske „B“ glave). Ova podjela je vrlo važna pri mjerama za nestambene objekte, jer postavljene klasicne 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 %, mada u nekim slučajevima većih pregrijavanja prostora ušteda iznosi i do 20 %.

4.2.7. UVOĐENJE KONDENZACIJSKOG KOTLA I NISKOTEMPERATURNOG GRIJANJA

U slučaju odabira novog agregata za grijanje, radi što boljeg iskorištenja energije goriva svakako treba razmotriti ugradnju kondenzacijskog kotla kojim se koristi gornja ogrjevna vrijednost goriva. 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 integrisanim spremnikom tople vode, za pripremu koje bi se koristila niskotemperaturna toplota 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

gasova. U tom slučaju otpada mogućnost predgrijavanja ulaznog zraka, ali takav gubitak efikasnosti nije značajan. Bitna promjena u sistemu grijanja do koje dolazi uvođenjem kondenzacijskog kotla jest niskotemperaturno grijanje. Da bi se postigao puni kondenzacijski efekat s iskorištenjem gornje ogrjevne vrijednosti goriva (u principu gasa), temperatura polazne vode u krugu grijanja ne smije prelaziti 55°C. 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:

$$\Delta n = [(n_u + n_i)/2] - n_0$$

uz n_u kao temperaturu polazne vode, n_i temperaturu povratne, a n_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 iskorištenja niskotemperaturne topline, kao što je podno grijanje, priprema dodatnih količina PTV, i drugo. Uz ovaj zahvat se podrazumijeva i ugradnja kvalitetnog regulacijsko-upravljačkog sistema.

4.2.8. OPĆA NAČELA ANALIZE POTENCIJALA MJERA UŠTEDE TOPLOTNE ENERGIJE

Kako je navedeno, korištenje toplotne energije kod objekata se posmatra u područjima grijanja prostora, pripreme sanitarne tople vode, procesa pranja, obrade namirnica te drugih specifičnih namjena. Analizirajući svako od tih područja, korisno je ravnati se prema sljedećim načelima:

Kod pripreme hrane potencijali uštede su najmanji, i tiču se uglavnom odabira prikladnih plinskih trošila i posuda 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 najefikasnija (s najboljim prenosom toplote), obzirom na prirodu grijanog prostora, i paziti na njihov optimalan raspored. U najvećem broju slučajeva optimalno je centralno grijanje, posvećujući pažnju odgovarajućem lociranju toplotne stanice obzirom na udaljenost od trošila i dobrom izolacijom cjevovoda. Gdje god je moguće treba iskorištavati otpadnu toplotu 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 toplote, te na mnogim lokacijama otvara mogućnost korištenja geotermalnih izvora. Za rashladne uređaje se preliminarna ušteda postiže planskim smanjenjem opterećenja, te odabirom odgovarajućih sistema i agregata. Apsorpcijski uređaji pružaju veliki potencijal u korištenju otpadne toplote, ukoliko je raspoloživa na odgovarajućim temperaturnim nivoima. Ušteda energije za grijanje sanitarne tople vode postiže se u prvom redu samim smanjenjem potrošnje, racionalizacijom i primjenom odgovarajućih štedljivih armatura. Važna je kvalitetna toplotna izolacija, prvenstveno spremnika. Kombinacija ili potpuno grijanje sunčevom energijom ovdje pruža najveći potencijal, pogotovo u obalnom području; te također otpadna toplota. Korištenje raspoložive otpadne toplote svakako treba razmotriti, pogotovo ako se u objektu koriste rashladni kompresori. Sami kotlovi/kotlovnice/redukcione stanice svojom izvedbom, kvalitetom, odabirom goriva,

eksploatacijom, održavanjem i drugim karakteristikama imaju odlučujući uticaj na racionalno korištenje toplotne energije.

4.3. ENERGIJSKO, EKONOMSKO I OKOLINSKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA

Ovaj dio Energijskog pregleda obuhvaća prijedlog energijski, ekonomski i okolinski povoljnih mjera poboljšanja energijskih svojstava objekta, prikaz ostvarivih ekonomskih i energijskih uštede, procjenu investicije, te jednostavni period povrata ulaganja uz proračun smanjenja CO₂ emisija.

Predložene mjere potrebno je analizirati s obzirom na njihovu izvodljivost na analiziranom objektu, te procijeniti energetske, ekonomske i okolinske 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 toplotne zaštite omotača objekta treba dati naglasak na one mjere koje su povezane sa ulaganjima u nužnu rekonstrukciju pri održavanju objekta. 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 sistema. Također, za svaku opisanu mjeru potrebno je, na način prikladan pojedinoj mjeri, dati numeričke podatke o uticaju na sistem kao, npr. podatke o povećanju efikasnosti sistema nakon primjene mjere, smanjenju toplotnih gubitaka (npr. kWh/m² prostora), godišnjoj količini iskorištene obnovljive energije, smanjenju troškova energenta (KM/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 eliminisanjem prekomjerno preuzete jalove energije.

Posljednje mjere ne utiču direktno na smanjenje potrošnje energije, ali mogu imati bitne finansijske uštede. Kod opisa mjere i njenog vrednovanja, bitno je uzeti u obzir sve relevantne tehničke i finansijske parametre, eventualne uticaje na druge podsisteme, 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 period povrata investicije a u bilans ulaze i dodatni okolinski doprinosi.

4.3.1. ENERGIJSKO I EKONOMSKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA

Nakon identifikacije potencijalnih mjera poboljšanja energijskih svojstava objekta 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 je potrebno procijeniti što tačnije, u skladu s tržišnim cijenama, a energetske uštede proračunati. Nakon izbora optimalne kombinacije mjera, pristupa se proračunu smanjenja emisija u okolinu.

Tabela 3: Primjeri usporedbe mjera poboljšanja energijskih svojstava i njihovih ekonomskih i ekoloških ušteda

Mjere	Opis mjere	Procjena investicije (x)	Procijenjene uštede		Procijenjene uštede (y)	Jednostavan period povrata x/y	Smanjenje emisije CO ₂
		KM	kWh/god	energent	KM/god	godina	tona/god
1	Toplotna izolacija vanjskog zida						
2	Toplotna izolacija stropa prema tavanu						
3	Zamjena prozora						
4	Ugradnja termostatskih ventila						
5	Ugradnja sunčanog sistema za PTV						
6	Kombinacija mjera toplotne zaštite						
UKUPNO							

Tabela 4: Primjeri usporedbe mjera poboljšanja energijskih svojstava i njihovih ekonomskih i ušteda u smislu smanjenja emisija u okoliš

Mjere	Opis mjere	Procjena investicije (x)	Procijenjene uštede		Procijenjene uštede (y)	Jednostavan period povrata x/y	Smanjenje emisije CO ₂
		KM	kWh/god	energent	KM/god	godina	tona/god
1	Ugradnja u cinkovite rasvjete						
2	Ugradnja kompenzacijskih baterija						
3	Ugradnja upravljačkog sistema vršnom snagom						

4	Kupnja uređaja A Energijskog razreda						
---	--	--	--	--	--	--	--

4.3.2. OKOLINSKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA I METODOLOGIJA PRORAČUNA EMISIJE CO₂

Za potrebe proračuna emisija CO₂ i ostalih antropogenih stakleničkih gasova razvijena je IPCC metodologija u okviru Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC). IPCC metodologijom određuju se antropogene emisije iz izvora i uklanjanje u ponorima. Dominantan izvor antropogene emisije stakleničkih gasova je sagorijevanje fosilnih goriva u energijskim postrojenjima.

Ovisno o mjestu nastanka razlikuju se direktne i indirektno emisije. Direktne emisije nastaju na lokaciji neposredne potrošnje energije (npr. stambene zgrade i nestambeni objekti), kao posljedica sagorijevanja fosilnih goriva u stacionarnim energijskim postrojenjima (npr. kotlovi). S druge strane, u slučaju korištenja električne energije i/ili toplote 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 toplotne energije.

Direktne emisije CO₂

Tokom sagorijevanja većina ugljika iz goriva oksidira i emituje se u atmosferu u obliku CO₂. Dio ugljika koji se oslobada kao CO, CH₄ ili NMVOC, također oksidira u CO₂ 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 tečno gorivo, a 99,5 posto za prirodni plin (IPCC metodologijom preporučene vrijednosti). Međutim, oksidacijski faktor za ugljik ovisi o uslovima sagorijevanja i može varirati nekoliko postotaka. Ukoliko oksidacijski faktor za ugljik nije moguće odrediti i elaborirati, koristi se u IPCC priručniku predloženi faktor (98 posto).

Općenito, za proračun emisije CO₂ zbog sagorijevanja fosilnih goriva primjenjuje se sljedeća formula (1):

$$EM = EF_C \cdot Hd \cdot O_C \cdot (44/12) \cdot B \quad (1)$$

Gdje su:

EM – emisija CO₂ [kg]

EF_C – faktor emisije ugljika [kgC/GJ]

Hd – donja ogrjevna vrijednost [MJ/kg ili MJ/m³]

O_C – udio oksidirajućeg ugljika

44/12 – stehiometrijski omjer CO₂ i C

B – količina sagorjelog goriva [t ili 10³ m³]

Za korištenje formule (1) potrebno je znati faktor emisije ugljika, ogrijevnu vrijednost, udio oksidirajućeg ugljika i količinu potrošenog goriva. Ukoliko nisu poznati faktori emisije ugljika preporučuje se korištenje faktora navedenih u tabeli 5 (predloženi u okviru IPCC metodologije). U tabeli navedene donje ogrijevne vrijednosti su prosječne vrijednosti za FBiH. U konkretnom slučaju proračuna emisije CO₂ preporučuje se koristiti

vlastite donje ogrjevne vrijednosti, a ukoliko su nepoznate moguće je koristiti prosječne nacionalne vrijednosti.

Tabela 5: Faktori emisije CO₂ za različita fosilna goriva prema IPCC metodologiji

Izvor energije	EF _c [kgC/GJ]	H _d [MJ/kg(m ³)]	O _c [-]	$\frac{EF_c \cdot H_d \cdot O_c \cdot 44}{12}$ [kgCO ₂ /kg(m ³)]
Ekstra lako lož ulje*	20,2	43	0,99	3.153018
Lož ulje*	21,1	40	0,99	3.06372
Ukapljeni plin	17,2	41	0,99	2.559876
Kameni ugalj	25,8	27,5	0,98	2.54947
Mrki ugalj	26,2	19	0,98	1.788761
Lignit	27,6	11,3	0,98	1.120689
Prirodni gas	15,3	33,3	0,995	2.065322

* - ekstra lako i lako lož ulje su grupisani i prikazani kao ekstra lako lož ulje, a srednje i teško lož ulje kao lož ulje

Emisija CO₂ ovisi o količini i vrsti sagorijelog goriva. Specifična emisija po energiji goriva je najveća uslijed sagorijevanja uglja, zatim tečnih goriva i prirodnog gasa. Grubi omjer specifičnih emisija pri sagorijevanju fosilnih goriva je 1:0,75:0,55 (ugalj:tečna goriva:prirodni gas). Do emisije CO₂ dolazi i sagorijevanjem biomase. Međutim, emisija CO₂ iz biomase, po preporukama IPCC metodologije, ne ulazi u ukupni bilans emisija stakleničkih gasova na državnoj razini jer je emitovani CO₂ prethodno apsorbovan za rast i razvoj biomase.

Za lakši proračun emisije CO₂ prikazani su i faktori emisije po prirodnoj i Energijskoj jedinici goriva te po jedinici proizvedene korisne toplote (tabela 6). Pri proračunu faktora emisije po jedinici korisne toplote primjenjene su prosječne vrijednosti stepena djelovanja stacionarnih energijskih postrojenja/uređaja u kojima pojedina goriva sagorijevaju. Na taj način se povećava nesigurnost proračuna, pa je preporuka da se koristi faktor emisije po Energijskoj jedinici goriva (kgCO₂/GJ iz tabele 5 ili kgCO₂/MWh iz tabele 6).

Tabela 6: Specifični faktori emisije CO₂ po jedinici goriva i jedinici korisne toplote

Izvor energije	Faktor emisije CO ₂		
	po prirodnoj jedinici goriva [kgCO ₂ /kg (ili m ³)]	po Energijskoj jedinici goriva [kgCO ₂ /kWh]	po jedinici korisne toplote [kgCO ₂ /kWh]
Ekstra lako lož ulje*	3.153018	0.263974	0,318
Lož ulje*	3.06372	0.275735	0,332 / 0.340413
Ukapljeni plin	2.559876	0.202095	0,264
Kameni ugljen	2.54947	0.333749	0,439
Mrki ugljen	1.788761	0.338923	0,446 / 0.484176
Lignit	1.120689	0.357034	0,470 / 0.525055
Prirodni plin	2.065322	0.20095	0,236 / 0.236412

* - ekstra lako i lako lož ulje su grupisani i prikazani kao ekstra lako lož ulje, a srednje i teško lož ulje kao lož ulje
 Smanjenje emisije CO₂ se izračunava kao razlika emisije prije i nakon primjene mjera za smanjenje emisije (npr. mjere povećanja energetske efikasnosti), a prema formuli (2):

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

Gdje su:

EM_S – smanjenje emisije CO₂ [kg]

EM_P – emisija CO₂ prije primjene mjera [kg]

EM_N – emisija CO₂ nakon primjene mjera [kg]

Uobičajeno je računati smanjenje emisije CO₂ na godišnjem nivou, a kao posljedica primjene mjera za smanjenje emisije.

Indirektne emisije CO₂

Za potrebe proračuna emisije CO₂ uslijed potrošnje električne i/ili toplotne energije sagledava se indirektna emisija koja nastaje na lokaciji proizvodnje energije. Pri proračunu indirektnih emisija CO₂ koristi se sljedeća formula:

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

Gdje su:

EM – emisija CO₂ [kg]

AD – količina potrošene električne/toplotne energije [kWh]

EF – specifični faktor emisije CO₂ za električnu ili toplotnu energiju [kgCO₂/kWh]

Preporuka je koristiti izmjerene vrijednosti potrošnje električne/toplotne energije ili koristiti vrijednosti iskazane u računima za električnu i toplotnu energiju. Za potrebe određivanja emisija CO₂ na godišnjem nivou, uz podatak o količini potrošene energije, potrebno je poznavati i specifičnu emisiju CO₂ po količini potrošene električne/toplotne energije.

Specifični faktor emisije CO₂ (tabela 7) predstavlja prosječnu emisiju CO₂ proizvedenu u elektranama FBiH (hidroelektrane i termoelektrane), s obzirom na njihove udjele i vrstu primarne energije.

Specifični faktor emisije CO₂ 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. Za izračunavanje specifične emisije CO₂ po jedinici korisne toplote, pri korištenju električnih uređaja za grijanje, pretpostavljena je prosječna efikasnost uređaja od 98 posto.

Tablica 7: Specifični faktori emisije CO₂ za električnu energiju

Izvor energije	Faktor emisije CO ₂	
	po jedinici električne energije [kgCO ₂ /kWh]	po jedinici korisne toplote [kgCO ₂ /kWh]
Električna energija	0,7446	0,7597

Specifični faktor emisije CO₂ za toplotu je proračunat na osnovu prosječnog stepena korisnog dejstva sistema proizvodnje i distribucije toplote. (U slučaju korištenja toplote iz javnih kotlovnica bilo bi poželjno poznavati korišteno gorivo u kotlovnica, a ukoliko to nije poznato izračunata je prosječna specifična emisija CO₂ po jedinici toplotne energije za korištenu strukturu goriva.) U proračunu su uzeti u obzir i gubici u toplotnoj mreži. Na taj način izračunate specifične emisije CO₂ su prikazane u tabeli 6. Faktor emisije CO₂ je u ovom slučaju jednak neovisno o tome da li se izražava po jedinici finalne energije ili korisne toplote.

Za proračun emisije CO₂ na godišnjem nivou primjenjuje se formula (3), a za smanjenje emisija nakon primjene mjera formula (2).