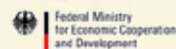


ISBN 978-9940-9320-2-2



9 789940 932022 >



Priručnik za sprovođenje energetskih pregleda zgrada

Priručnik za sprovođenje energetskih pregleda zgrada



Priručnik za sprovođenje energetske pregleda zgrada

Izdavač:

giz - njemačko društvo za međunarodnu saradnju

Za izdavača:

Simon Bergmann i Goran Tuponja

Autorke:

Marija Vujadinović Kulinović, dipl.ing.maš.
Biljana Gligorić, dipl.ing.arh.

Saradnik za dio elektro instalacija:

Danko Milić, dipl.ing.el.

Dizajn i priprema za štampu:

Exeditio, Centar za održivi prostorni razvoj, Kotor

Štampa:

Studio Mouse, Podgorica

Tiraž:

50 primjeraka

Podgorica, 2013

ISBN 978-9940-9320-2-2



9 789940 932022 >

CIP - Каталогизација у публикацији
Централна народна библиотека Црне Горе, Цетиње

ISBN 978-9940-9320-2-2
COBISS.CG-ID 21659408

Sadržaj

Uvod	1
Energetski pregledi	2
Definicija	2
Tipovi energetskeg pregleda	3
Faze izvođenja energetskeg pregleda	5
Faza 1: Aktivnosti prije posjete lokaciji	5
Inicijalni sastanak sa naručiocem energetskeg pregleda	5
Analiza postojeće tehničke dokumentacije	5
Analiza potrošnje energije i vode u objektu prema postojećim računima	7
Priprema i organizacija energetskeg pregleda	10
Faza 2: Aktivnosti tokom posjete objektu	12
Pregled postojećeg stanja objekta	12
Izvođenje potrebnih mjerenja	25
Faza 3: Aktivnosti nakon posjete objektu	35
Analiza prikupljenih podataka	35
Odabir odgovarajućih mjera za povećanje energetske efikasnosti pojedinih energetskeg sistema	35
Priprema podataka za ENSI softver	51
Obrada podataka u ENSI software-u	57
Izrada Izvještaja o izvršenom energetskeg pregledu	57
Tipične mjere za povećanje EE	58
Mjera 1: Toplotna izolacija spoljašnjeg zida ili zida ka negrijanom prostoru	58
Mjera 2: Toplotna izolacija krova	75
Mjera 3: Zamjena ili unapređenje postojećih prozora	81
Mjera 4: Zamjena starih konvencionalnih kotlova niskotemperaturnim i kondenzacionim kotlovima	91
Mjera 5: Zamjena starih konvencionalnih kotlova kotlovima na biomasu - pelet	101

Mjera 6: Zamjena starih konvencionalnih kotlova toplotnim pumpama koje koriste kao izvor toplote vazduh, zemlju ili podzemnu vodu	107
Mjera 7: Ugradnja sistema rekuperacije toplote iz otpadnog vazduha u sistemima ventilacije	116
Mjera 8: Zamjena individualnih električnih bojlera za pripremu sanitarne tople vode solarnim termalnim sistemima	122
Mjera 9: Ugradnja termostatskih ventila na postojeća grejna tijela	129
Mjera 10: Frekventna regulacija	133
Mjera 11: Kompenzacija reaktivne energije	140
Mjera 12: Zamjena klasičnih rasvjetnih tijela	147
Mjera 13: Upravljanje vršnom energijom	151
Aneksi	154
Aneks 1: Preliminarni upitnik za naručioca energetskog pregleda	155
Aneks 2: Kontrolne liste	158
Spoljašnji omotač objekta	158
Sistem grijanja	165
Sistem hlađenja / klimatizacije	171
Priprema sanitarne tople vode (STV)	178
Ventilacioni sistem	182
Ventilatori i pumpe	185
Električne instalacije	189
Aneks 3: Tabela tipskih slojeva zida u zavisnosti od perioda gradnje objekta	194
Aneks 4: Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaza toplote U	196
Aneks 5: Ekološki izolacioni materijali	197
Anex 6: Ocjena efikasnosti raznih energetskih sistema u objektu	200
Aneks 7: Korisne tabele vezano za razne energetske sisteme u objektima	209
Literatura	217

Priručnik za sprovođenje energetskih pregleda zgrada

Uvod

Njemačko društvo za međunarodnu saradnju (Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit GIZ) kroz svoj projekat već od 2008. godine aktivno radi na unapređenju i promociji energetske efikasnosti u Crnoj Gori.

Neophodnost poboljšanja energetske efikasnosti u zgradama u Crnoj Gori vidljiva je na brojnim primjerima. Možda je najbolji pokazatelj energetske efikasnosti potrošnja energije po kvadratnom metru na godišnjem nivou, konstatujemo da se u našim objektima, u poređenju sa objektima iste namjene u zemljama zapadne Evrope, potroši 3-4 puta više energije za zadovoljenje istih potreba. U nekim slučajevima, ako poredimo sa objektima koji su građeni po standardima "pasivne kuće", ta razlika može biti ekstremna, čak deset i više puta.

Jedan od ciljeva projekta je bio i osposobljavanje stručnih lica za vršenje energetskih pregleda zgrada. Tako je u sklopu projekta realizovano više obuka inženjera koji su sertifikovani od strane Ministarstva ekonomije da su osposobljeni da urade takvu vrstu pregleda objekata.

Nakon nekoliko godina pionirskog rada u oblasti energetske efikasnosti, energetskih pregleda zgrada, predloga i realizacije mjera za povećanje energetske efikasnosti, kao logičan slijed ukazala se potreba za objedinjavanjem stečenih znanja i praktičnih iskustava u radu na terenu, potreba da se pripremi i publikuje jedan ovakav priručnik koji će sadašnjim i budućim energetskim auditorima omogućiti siguran slijed koraka u izradi energetskog pregleda, pa samim tim i osigurati njihov kvalitet.

GIZ je sa zadovoljstvom podržao pripremu i izdavanje ovog priručnika kao jedne važne i smislene stepenice sa ciljem poboljšanja energetske efikasnosti u Crnoj Gori.

Goran Tuponja, GIZ

Energetski pregledi

Definicija

Energetski pregled (audit) zgrade podrazumijeva analizu energetskih karakteristika omotača i tehničkih sistema zgrade u cilju utvrđivanja postojeće potrošnje energije, a zatim i donošenja zaključaka i preporuka za povećanje energetske efikasnosti.

Osnovni cilj energetskog pregleda je da se prikupljanjem i obradom niza podataka o građevinskim karakteristikama objekta u smislu toplotne zaštite, kao i energetskim svojstvima raznih sistema potrošnje energije i vode, dobije što bolji uvid u postojeće energetske stanje objekta, nakon čega se predlažu konkretne mjere povećanja energetske efikasnosti. Ove mjere se odnose na:

- ▶ Poboljšanje toplotnih karakteristika spoljašnjeg omotača;
- ▶ Zamjenu ili poboljšanje sistema grijanja;
- ▶ Zamjenu ili poboljšanje sistema ventilacije;
- ▶ Zamjenu ili poboljšanje sistema hlađenja;
- ▶ Zamjenu ili poboljšanje sistema klimatizacije;
- ▶ Zamjenu ili poboljšanje sistema pripreme sanitarne tople vode;
- ▶ Poboljšanje sistema rasvjete i električnih potrošača;
- ▶ Promjenu energenta gdje je to ekonomski i ekološki isplativo;
- ▶ Uvođenje obnovljivih izvora energije;
- ▶ Racionalno korišćenje vode;
- ▶ Poboljšanje sistema kontrole i upravljanja.

Za sve predložene pakete mjera utvrđuju se tehničke karakteristike implementacije, ostvarive uštede energije, kao i procjena investicije i mogućih ekonomskih ušteda. Na bazi poređenja dobijenih rezultata izrađuje se izvještaj sa preporukama za optimalan izbor mjera.

Dvije su osnovne svrhe energetskog pregleda:

1. Analiza postojećeg stanja i predlaganje mjera za poboljšanje energetskih karakteristika novih i postojećih objekata,
2. Izrada sertifikata o energetskim karakteristikama zgrade i određivanje energetske klase zgrade.

Tipovi energetskog pregleda

Prema detaljnosti istraživanja postoje dva tipa energetskog pregleda:

1. Preliminarni energetski pregled
2. Detaljni energetski pregled

Preliminarni energetski pregled uključuje kraći uvid u energetsko stanje objekta sa ciljem utvrđivanja potencijala za povećanje energetske efikasnosti. To podrazumijeva vizuelni pregled stanja omotača i energetske infrastrukture u objektu, njihovu energetsku analizu, a zatim i preporuke za povećanje energetske efikasnosti. Sama posjeta objektu traje jedan dan i tokom pregleda se mogu izvršiti kraća mjerenja. Na osnovu izvršenog preliminarnog energetskog pregleda donosi se i odluka o potrebi za sprovođenjem detaljnog energetskog pregleda.

Detaljni energetski pregled uključuje detaljnu energetsku analizu građevinskih i tehničkih sistema u objektu. U odnosu na preliminarni energetski pregled, ovdje se vrše dodatna mjerenja u cilju kvalitetnije procjene energetskih karakteristika određenih sistema u objektu, a takođe se vrši i detaljnija analiza primjenjivosti i isplativosti pojedinih mjera energetske efikasnosti. U izvještaju o izvršenom detaljnom energetskom pregledu predlog mjera uključuje poslovni i finansijski plan.

Prema starosti zgrade razlikujemo:

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

Energetski pregledi novih zgrada nisu tema ovog priručnika jer je svrha takvih analiza, prije svega, sertifikacija objekata. Ovaj proces je jednostavniji od energetskih pregleda postojećih objekata jer se u velikoj mjeri koriste podaci iz projektne dokumentacije i ne daje se detaljna analiza mjera za poboljšanje energetskih karakteristika. Ovaj priručnik se, prije svega, bavi analizom energetskih karakteristika postojećih objekata i pojašnjenjima kako da se iste unaprijede primjenom adekvatnih mjera energetske efikasnosti.

Energetski pregledi postojećih objekata se rade u skladu sa

Pravilnikom o vršenju energetskih pregleda zgrada. Važno polazište za izradu detaljnog energetskog pregleda postojećih objekata predstavljaju podaci o periodu izgradnje, kao i poznavanje karakteristika gradnje za taj period. Cilj energetskog pregleda jeste da se nakon analize postojećeg stanja daju preporuke kako smanjiti potrebe za energijom poboljšanjem toplotnih karakteristika spoljašnjeg omotača objekta i karakterističnih sistema potrošnje energije u objektu, kao i mogućnostima za primjenu alternativnih izvora energije.

Faze izvođenja energetskog pregleda

Nakon potpisivanja ugovornih obaveza sa naručiocem energetskog pregleda, kojim su između ostalog definisani cilj i obim energetskog pregleda, pristupa se izvođenju energetskog pregleda.

Sve aktivnosti vezano za izvođenje energetskog pregleda možemo podijeliti u tri faze:

Faza 1: Aktivnosti prije posjete lokaciji

Faza 2: Aktivnosti tokom posjete lokaciji

Faza 3: Aktivnosti nakon posjete lokaciji

Faza 1: Aktivnosti prije posjete lokaciji

Inicijalni sastanak sa naručiocem energetskog pregleda

Energetski pregled započinje inicijalnim sastankom sa naručiocem energetskog pregleda na kom će se naručiocu predstaviti aktivnosti koje će se sprovesti u okviru planiranog energetskog pregleda. U cilju pripreme auditora za posjetu lokaciji i stvaranja neke prve slike o objektu i njegovim energetskim karakteristikama, od naručioca pregleda se zahtijeva dostavljanje sljedećih podataka:

- ▶ Postojeće tehničke dokumentacije;
- ▶ Podataka o potrošnji energije i vode u objektu, tj. kopija računa za sve utrošene energente i vodu (poželjno bi bilo za posljednje 3 godine, a najmanje za 12 mjeseci);
- ▶ Ispunjenog upitnika za prikupljanje osnovnih informacija o energetskoj situaciji u objektu (primjer ovakvog upitnika se nalazi u Aneksu 1). Ovaj upitnik bi bilo veoma korisno imati ispunjen prije planiranog obilaska objekta.

Analiza postojeće tehničke dokumentacije

Tehnička dokumentacija za koju bi bilo poželjno da je na raspolaganju auditoru prije posjete lokaciji odnosi se na sljedeće idejne ili glavne projekte:

- ▶ Arhitektonski projekat;
- ▶ Projekat građevinskih konstrukcija i drugi građevinski projekti;
- ▶ Projekat vodovodne i kanalizacione mreže;
- ▶ Projekat elektroinstalacija jake i slabe struje;
- ▶ Projekat termotehničkih instalacija (grijanje/ventilacija/hlađenje/klimatizacija), mašinskih postrojenja, uređaja i instalacija;
- ▶ Ostali projekti i elaborati: projekat uređenja terena, procjena uticaja na životnu sredinu, protivpožarna zaštita, toplotna i zvučna zaštita objekta, energetska efikasnost i dr. u skladu sa namjenom objekta.

U slučaju da pomenuta projektna dokumentacija ne postoji, bilo kakvi nacrti ili skice lokacije, šeme razvoda instalacija, specifikacije opreme i sl. mogu biti od velike koristi.

Takođe, veoma korisni mogu biti i građevinske knjige i građevinski dnevnik izvođača radova, kao i projekti održavanja objekta.

U slučaju da postojeći objekat nema ažuriranu tehničku dokumentaciju ili je nema uopšte, potrebno je da auditor na osnovu postojeće dokumentacije i kasnije vizuelnog pregleda, eventualnih mjerenja i foto dokumentacije, donese niz pretpostavki bitnih za dalje analize. Od koristi može biti i ukoliko je objekat građen tipski, pa se potrebne informacije mogu dobiti iz poznavanja nekog drugog objekta istog tipa.

Ako se iz postojeće dokumentacije i pregleda objekta na terenu ne može sa sigurnošću odrediti građevinska fizika spoljnog omotača zgrade, kao pretpostavka se uzima građevinska fizika spoljnog omotača karakteristična za period gradnje objekta i odgovarajući koeficijenti prolaza toplote.

Ukoliko uopšte ne postoji projektna dokumentacija, ta okolnost predstavlja dodatni posao koji je veoma važno definisati prilikom ugovaranja audita. Nepostojanje projektne dokumentacije može biti riješeno sprovođenjem snimanja objekta od strane auditora ili može biti naručeno nezavisno od energetskog pregleda.

Analiza potrošnje energije i vode u objektu prema postojećim računima

Podaci o potrošnji energije i vode u objektu se analiziraju kroz optimalno 3 godine kako bi se modelirala potrošnja energije i procijenile energetske potrebe u objektu.

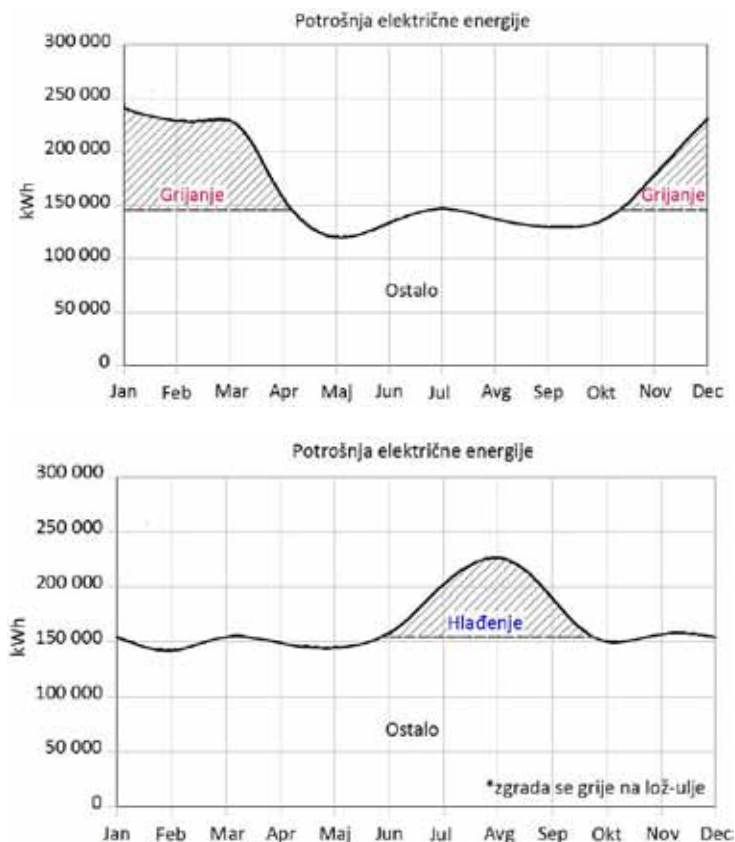
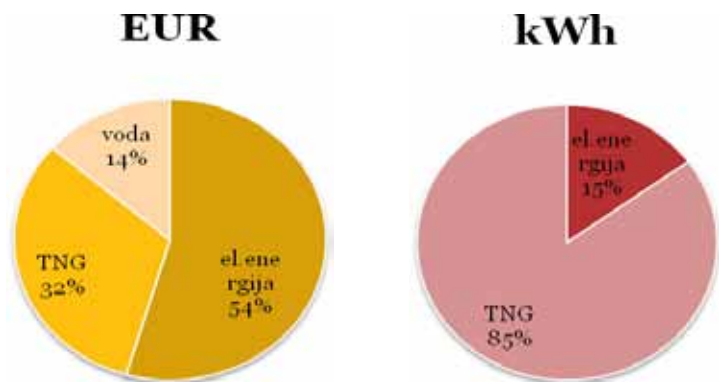
Na osnovu dobijenih računa za sve vrste energenata i vodu pravi se energetski bilans, kao i bilans troškova. Energetski bilans predstavlja potrošnju pojedinih energenata u ukupnoj godišnjoj potrošnji energije, dok bilans troškova sadrži troškove za energiju/energente i vodu za dati objekat. Ove bilanse potrebno je povezati sa aktivnostima u objektu i na taj način stvoriti neku prvu sliku o potrošnji energije i vode u objektu.

Prikazivanjem podataka na ovakav način ističe se značaj pojedinih vrsta energenata/energije u ukupnoj potrošnji energije u objektu.

Potrošnju svakog tipa energenta/energije i vode potrebno je prikazati zasebno. Podaci o potrošnji mogu se predstaviti grafički i tabelarno.

Iz grafičkog prikaza potrošnje energije po mjesecima možemo izvući neke zaključke koji su očigledni, kao što je prikazano u primjerima na slici 2 (pikovi u zimskom odnosno ljetnjem periodu se odnose na potrošnju električne energije za grijanje odnosno hlađenje).

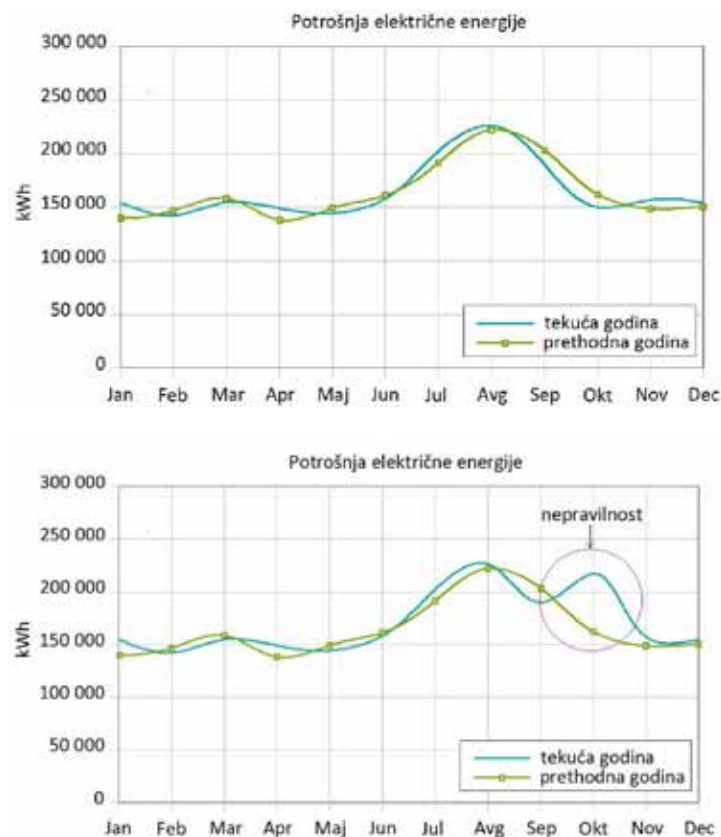
Slika 1: Bilans troškova i energetski bilans



Slika 2: Primjeri analize potrošnje električne energije po mjesecima

Poređenjem potrošnje energenata/energije ili vode kroz godine možemo doći do saznanja da li je mjesečna i godišnja potrošnja ujednačena ili postoje neke nepravilnosti koje ukazuju na eventualnu neispravnost nekog od sistema, grešku u računu za dati energent i sl (slika 3).

Analiza potrošnje energije i vode iz dostavljenih računa je veoma bitna kako bi se uporedila sa energetske potrebama objekta koji se dobijaju proračunom. U tom cilju potrebno je odrediti referentnu godišnju potrošnju energije ili vode. Najčešće se kao referentna potrošnja uzima potrošnja iz zadnje godine u kojoj nije bilo nekih poremećaja u aktivnostima na lokaciji, snabdijevanju energijom i vodom i, naravno, za koju su dostupni računi za utrošene

Slika 3: Analiza
potrošnje električne
energije kroz period
od dvije godine

energente/energiju i vodu. Takođe, moraju se uzeti u obzir i promjene u energetskim svojstvima zgrade i tehničkim sistemima u objektu (uzima se zadnja godina poslije implementacije promjena).

Ako je za period za koji su dostupni podaci (poželjno 3 godine), mjesečna i godišnja potrošnja ujednačena, za referentnu potrošnju se može uzeti prosječna potrošnja u zadnje 3 godine (ili period za koji su na raspolaganju računi). U slučaju da mjesečna i godišnja potrošnja nije ujednačena, za određivanje referentne potrošnje potrebno je izolovati mjesec ili cijelu godinu u kojima je potrošnja nerealna (odstupa od uobičajene), a u prosjek uzeti samo podatke koji odgovaraju realnom načinu korišćenja zgrade.

Prikaz troškova godišnje potrošnje u referentnoj godini se vrši prema zadnjim dostupnim cijenama energije ili vode na tržištu. Iste cijene se kasnije koriste u proračunima profitabilnosti mjera energetske efikasnosti.

U slučaju da se pojave veće razlike u proračunom dobijenoj vrijednosti potrošnje i stvarnoj potrošnji (potrošnji prema dostavljenim računima) u objektu, ove razlike je potrebno objasniti. Na primjer, razlog pojave razlika može biti način korišćenja objekta tokom sezone grijanja. U slučaju da je stvarna (referentna) potrošnja mnogo veća od proračunate, uzrok tome može biti nepotrebno pregrijavanje prostora, prekomjerno provjetravanje prostorija, nepostojanje noćnog i dnevnog režima rada itd. U slučaju da je stvarna potrošnja manja od proračunom dobijene vrijednosti potrebno je provjeriti da li je razlog tome neodržavanje termičkih uslova komfora u objektu.

Priprema i organizacija energetskog pregleda

Nakon obrade podataka prikupljenih upitnikom i djelimičnog upoznavanja sa objektom kroz postojeću tehničku dokumentaciju i analizu potrošnje energije i vode na osnovu dostavljenih računa, pristupa se planiranju posjete lokaciji i sprovođenju energetskog pregleda.

Nekoliko korisnih predloga i sugestija u cilju što kvalitetnije pripreme za obilazak objekta dati su u nastavku:

- ▶ Pripremiti **pitanja** za vlasnika zgrade/tehničko osoblje vezano za nedoumice koje su nastale tokom analize potrošnje energije/vode iz postojećih računa (neočekivani pikovi sa grafičkog prikaza potrošnje energije/vode, neočekivana potrošnja u nekim periodima, tačnost računa i sl);
- ▶ Bilo bi korisno pripremiti **crteže** – podloge (osnove i fasade ukoliko postoje), i to u nekoliko kopija za hvatanje bilješki tokom posjete objektu, kao i za označavanje tipova zidova i prozora, uočenih oštećenja, pozicije opreme termotehničkih instalacija, kondicioniranih površina, nivoa osvjjetljenja i elemenata nekih drugih tehničkih sistema u objektu;
- ▶ Pripremiti **kontrolne liste**, popunjene u dijelu koji se odnosi na

projektovano stanje. Primjeri kontrolnih listi za omotač zgrade i razne tehničke sisteme u objektu su dati u Aneksu 2;

- ▶ Napraviti **plan obilaska** i **plan potrebnih mjerenja** koja će se izvoditi;
- ▶ Obezbijediti **potrebne instrumente** i opremu za izvođenje planiranih mjerenja: termometar, data logeri za mjerenje temperature, luksmetar, termografska kamera, analizator dimnih gasova, anemometar, ultrazvučni mjerač protoka, mrežni analizator i dr.;
- ▶ Takođe, potrebno je ponijeti metar, pantljiku, kompas i sl. (posebno u slučaju kada ne postoji projektna dokumentacija);
- ▶ Ne zaboraviti fotoaparat! Pripremiti fotoaparat pri čemu treba obratiti pažnju da je rezolucija aparata podešena na najveće vrijednosti radi dobijanja što kvalitetnijih fotografija, da na kartici ima dovoljno prostora, da je baterija aparata napunjena i sl.

Faza 2: Aktivnosti tokom posjete objektu

Pregled postojećeg stanja objekta

Nakon obavljenih pripremnih aktivnosti pristupa se posjeti lokacije i sprovođenju energetskog pregleda. Cilj posjete lokaciji je detaljnije upoznavanje sa aktivnostima u objektu, građevinskim i energetskim karakteristikama zgrade, načinima vođenja i održavanja objekta, kao i navikama korisnika.

Posjeta lokaciji bi trebala započeti kratkim uvodnim sastankom sa direktorom/naručiocem energetskog pregleda koji je vlasnik ili korisnik objekta. Na ovom sastanku bi trebalo imenovati osobu zaduženu za održavanje objekta koja raspolaže tehničkim i radnim podacima o opremi i sistemima u objektu, koja će se staviti na raspolaganje auditoru tokom energetskog pregleda. Takođe, trebalo bi imenovati i osobu koja će biti zadužena za davanje informacija o objektu, u slučaju potrebe i nakon završene posjete.

Prilikom obilaska objekta potrebno je provjeriti podatke prikupljene upitnikom, kao i prikupiti ostale bitne informacije i podatke koji nisu prikupljeni upitnikom ili se mogu prikupiti samo na terenu. Neki od tipičnih podataka o zgradi koji se provjeravaju ili prikupljaju na terenu odnose se na površine i raspored prostorija, detalje građevinskih elemenata spoljašnjeg omotača, tehničke karakteristike sistema potrošnje energije i vode, uslove i parametre korišćene pri projektovanju i uslove i parametre u radu, režim korišćenja itd.

Izrada foto dokumentacije tokom posjete lokaciji je veoma važna u cilju pripreme što kvalitetnijeg izvještaja o izvršenom energetskom pregledu. Pored toga, foto dokumentacija predstavlja veliku pomoć u naknadnim analizama i pregledima detalja tehničkih karakteristika objekta.

Pregled postojećeg stanja objekta obuhvata prikupljanje podataka o:

- ▶ Građevinskim karakteristikama zgrade u smislu **toplotne zaštite**;
- ▶ Energetskim svojstvima sistema za **grijanje**;

- ▶ Energetskim svojstvima sistema za **ventilaciju**;
- ▶ Energetskim svojstvima sistema za **klimatizaciju**;
- ▶ Energetskim svojstvima sistema za **hlađenje**;
- ▶ Energetskim svojstvima sistema za **pripremu sanitarne tople vode**;
- ▶ Energetskim svojstvima sistema za **rasvjetu**;
- ▶ Energetskim svojstvima **ostalih potrošača električne energije**;
- ▶ Energetskim svojstvima **sistema potrošnje pitke i sanitarne vode**;
- ▶ Energetskim svojstvima **specifičnih sistema**

Tokom pregleda pomenutih sistema potrebno je obratiti pažnju na sljedeće elemente za koje je potrebno prikupiti podatke (redom po nabrojanim sistemima):



/// Spoljašnji omotač objekta

Objekat

- ▶ Uporediti da li se izvedeno i projektovano stanje poklapaju;
- ▶ Evidentirati pozicije i detalje koji se ne poklapaju;
- ▶ Ubilježiti eventualne dogradnje ili izmjene na objektu;
- ▶ Provjeriti mjere ako dokumentacija nije dovoljno dobra;
- ▶ Prepoznati oblikovni i konstruktivni koncept objekta;
- ▶ Utvrditi orijentaciju objekta u odnosu na strane svijeta;
- ▶ Evidentirati da li je objekat ukopan ili ne

Spoljni zidovi

- ▶ Prepoznati slojeve zida i njihove debljine;
- ▶ Utvrditi postojanje i vrstu/tip toplotne izolacije;
- ▶ Evidentirati sve vrste zidova i njihove orijentacije;
- ▶ Utvrditi postojanje eventualnih oštećenja na zidu i evidentirati ih;
- ▶ Zabilježiti sve ankere, nosače, nadstrešnice, tende,...;
- ▶ Utvrditi da li ima mjesta nastalih oštećenjem od prodiranja vode
- ▶ Evidentirati specifične stilske i druge detalje na fasadi;
- ▶ Evidentirati posebne oblikovne elemente (erkeri, ispusti, konzole, zakrivljene površine, prolazi i sl.);
- ▶ Provjeriti parapetne zidove, da li su smanjene debljine,

promijenjenog materijala i sl.;

- ▶ Evidentirati sve hladne mostove (linijske i tačkaste)

Krov

- ▶ Evidentirati sve vrste krova (ravan ili kos);
- ▶ Prepoznati konstrukciju koja je primijenjena;
- ▶ Evidentirati slojeve za svaku vrstu krova sa pripadajućim debljinama;
- ▶ Utvrditi postojanje i vrstu/tip toplotne izolacije;
- ▶ Utvrditi prohodnost krova (u slučaju ravnog krova);
- ▶ Utvrditi postojanje eventualnih oštećenja na krovu i opisati ih;
- ▶ Zabilježiti kako je riješen odvod atmosferske vode i evidentirati eventualna oštećenja;
- ▶ Utvrditi postojanje odgovarajuće hidroizolacije;
- ▶ Utvrditi postojanje eventualnih oštećenja unutar objekta izazvanih prodorom vode sa krova;
- ▶ Navesti vrstu (lezeći, viseći) i stanje u kojem se nalaze oluci i vertikalne cijevi;
- ▶ Utvrditi postojanje atike u slučaju ravnog krova
- ▶ Analizirati spoj krovne i zidne ravni;
- ▶ Evidentirati sve prodore kroz krovne površine (vertikala, dimnjak, razni nosači i sl.);
- ▶ Evidentirati postojanje krovnih prozora, svjetlarnika i sl.

Prozori i vrata

- ▶ Prepoznati sve vrste prozora sa pripadajućom orijentacijom;
- ▶ Podijeliti prozore u različite tipove ukoliko se razlikuju po dimenzijama, vrsti, broju i debljini stakala, materijalu okvira, vrsti okvira, vrsti prozora, vrsti zaštite od sunca;
- ▶ Zabilježiti stanje prozora po vrstama uz kratke opise;
- ▶ Evidentirati na crtežu prozore sa oštećenjima i opisati oštećenja;
- ▶ Označiti prozore na način na koji će biti jasno koje mjere će ići za koju vrstu prozora;
- ▶ Označiti prozore koji ispunjavaju temičke zahtjeve;
- ▶ Evidentirati prozore koji su u skorije vrijeme zamijenjeni;
- ▶ Zabilježiti sve vrste zaštita od sunca i njihove karakteristike

Pod

- ▶ Prepoznati vrste podova (u zavisnosti od završne obrade i slojeva);
- ▶ Provjeriti stvarne i izvedene površine po vrsti podova;
- ▶ Utvrditi postojanje toplotne izolacije

**/// Sistem grijanja**

- ▶ Zabilježiti podatke sa pločice kotla;
- ▶ Opisati stanje kotla, oplata, izolacije, instalacije;
- ▶ Opisati stanje sigurnosne opreme;
- ▶ Zabilježiti podatke sa pločice plamenika;
- ▶ Opisati stanje dimnjaka i priključka na dimnjak;
- ▶ Utvrditi postojanje hemijske pripreme vode;
- ▶ Navesti temperaturni režim sistema grijanja;
- ▶ Navesti podatke o kotlarnici i označiti njenu poziciju na crtežima/skicama

.....

- ▶ Navesti vrstu energenta i način snabdijevanja energentom;
- ▶ Zabilježiti podatke sa pločica pojedinih komponenti sistema skladištenja i nabavke goriva;
- ▶ Opisati stanje instalacije za skladištenje i nabavku goriva;
- ▶ Opisati stanje sigurnosne opreme za skladištenje i nabavku goriva;
- ▶ Utvrditi potrošnju goriva preko podatka o punjenju rezervoara

.....

- ▶ Opisati opšte stanje cijevnog razvoda i armature;
- ▶ Opisati stanje izolacije cjevovoda;
- ▶ Navesti podatke o cirkulacionim pumpama i načinu njihove regulacije;
- ▶ Utvrditi hidrauličku izbalansiranost sistema

.....

- ▶ Navesti vrste grejnih tijela, njihov ukupni broj i instalirani grejni kapacitet po vrstama, kao i označiti njihove pozicije na crtežima/skicama;
- ▶ Opisati stanje grejnih tijela;
- ▶ Utvrditi postojanje regulacionih ventila na grejnim tijelima

.....

- ▶ Naznačiti sistem regulacije i njegovu kompatibilnost sa sistemom grijanja odnosno karakteristikama objekta;
- ▶ Utvrditi postojanje zona sa različitim temperaturama grijanja;
- ▶ Evidentirati mjesta postavljanja temperaturnih senzora;
- ▶ Evidentirati mogućnost praćenja veličina koje se regulišu

.....

- ▶ Navesti režim rada sistema grijanja (prekidi u grijanju, set-back temperatura);
- ▶ Opisati način održavanja sistema;
- ▶ Utvrditi postojanje praćenja potrošnje goriva i isporučene energije;
- ▶ Utvrditi postojanje dokumentacije za kotao i njegovu opremu, kao i sheme povezivanja;
- ▶ Utvrditi postojanje knjige pregleda i održavanja kotla;
- ▶ Evidentirati eventualne podatke o periodičnim pregledima

.....

- ▶ Utvrditi postojanje pojedinačnih uređaja za grijanje objekta;
- ▶ Navesti vrste, broj, instalirani kapacitet, režim rada i opšte stanje pojedinačnih uređaja za grijanje objekta

**/// Ventilacioni sistem (grijanje)**

- ▶ Naznačiti podatke o prostoru koji se ventilira (opis i veličina);
- ▶ Navesti podatak o zahtjevu za izmjenama vazduha i kvalitetom (temperatura, vlažnost);
- ▶ Zabilježiti podatke sa pločice ventilacione/klima komore (broj komora, tip, godina proizvodnje, ukupna instalirana električna snaga i kapacitet sistema);
- ▶ Označiti položaj ventilacione/klima komore na crtežima/skicama;
- ▶ Opisati stanje ventilacione/klima komore

.....

- ▶ Naznačiti tip i kapacitet grijača vazduha;
- ▶ Opisati stanje grijača vazduha;
- ▶ Navesti izvor toplotne energije grijača vazduha (podaci sa pločice kotla);
- ▶ Opisati stanje kotla, oplata, izolacije, instalacije;
- ▶ Navesti podatke o cirkulacionim pumpama (tip, snaga, stanje) i

- načinu njihove regulacije;
- ▶ Utvrditi postojanje filtera, ovlaživača, hladnjaka i navesti njihov tip i kapacitet;
 - ▶ Navesti podatke o ventilatorima (tip, snaga, stanje) i načinu njihove regulacije

.....

- ▶ Opisati kanalski razvod (materijal, poprečni presjek, izolacija);
- ▶ Opisati stanje kanalskog razvoda;
- ▶ Navesti postojanje regulacionih klapni;
- ▶ Evidentirati elemente za distribuciju vazduha (rešetke, difuzori i sl.);
- ▶ Evidentirati otvore za uzimanje svježeg vazduha i izbacivanje otpadnog vazduha;
- ▶ Navesti udio svježeg vazduha;
- ▶ Navesti količinu i temperaturu otpadnog vazduha;
- ▶ Navesti količinu i temperaturu ubacivanog vazduha;
- ▶ Utvrditi postojanje recirkulacije vazduha;
- ▶ Utvrditi postojanje sistema za rekuperaciju toplote i navesti njegov tip i efikasnost;
- ▶ Opisati način regulacije sistema i stanje sistema regulacije;
- ▶ Evidentirati mogućnost praćenja veličina koje se regulišu

.....

- ▶ Naznačiti režim rada sistema ventilacije;
- ▶ Opisati način održavanja sistema;
- ▶ Navesti starost sistema i njegovo opšte stanje



/// Sistem hlađenja/klimatizacije

Naznačiti tip sistema hlađenja/klimatizacije (lokalni ili centralni)

Lokalni sistem hlađenja:

- ▶ Naznačiti tip sistema (monosplit, multisplit, kompaktni uređaji);
- ▶ Navesti broj jedinica (unutrašnjih i spoljašnjih) i označiti njihove pozicije na crtežima/skicama;
- ▶ Naznačiti ukupni instalirani rashladni kapacitet;
- ▶ Navesti pojedinačne rashladne kapacitete;
- ▶ Utvrditi postojanje mogućnosti grijanja;

- ▶ Navesti prosječan faktor hlađenja/grijanja (EER/COP);
- ▶ Navesti vrstu radnog fluida;
- ▶ Opisati regulaciju sistema hlađenja;
- ▶ Navesti režim rada sistema hlađenja i evidentirati prekide u hlađenju;
- ▶ Opisati način održavanja sistema;
- ▶ Navesti starost sistema i njegovo opšte stanje

Centralni sistem hlađenja:

- ▶ Naznačiti ukupni instalirani rashladni kapacitet;
- ▶ Navesti vrstu rashladnog agregata (kompresorski ili apsorpcijski);
- ▶ Evidentirati broj agregata i označiti na crtežima/skicama njihovu poziciju u objektu;
- ▶ Zabilježiti podatke sa pločice rashladnog agregata (tip, snaga, efikasnost, temperaturni režim);
- ▶ Navesti vrstu rashladnog fluida;
- ▶ Navesti starost i opisati stanje rashladnog agregata;
- ▶ Naznačiti izvor energije rashladnog agregata;
- ▶ Evidentirati postojanje rashladnih kula (navesti njihov broj i označiti poziciju u objektu);
- ▶ Evidentirati postojanje slobodnog hlađenja;
- ▶ Evidentirati postojanje evaporativnog hlađenja (navesti protok vazduha, efikasnost zasićenja, PF faktor);
- ▶ Utvrditi postojanje mogućnosti grijanja

.....

- ▶ Evidentirati postojanje toplotne pumpe (navesti izvor i ponor, broj pumpi i njihovu poziciju u objektu);
- ▶ Zabilježiti podatke sa pločice toplotne pumpe (tip, kapacitet hlađenja/grijanja, EER/COP);
- ▶ Navesti starost i opisati stanje toplotne pumpe

.....

- ▶ Evidentirati postojanje klima komora (navesti broj komora, tip, godinu proizvodnje, ukupnu instaliranu električnu snagu i kapacitet sistema);
- ▶ Utvrditi postojanje filtera, ovlaživača, grijača, hladnjaka i navesti njihov tip, kapacitet i izvor energije;
- ▶ Navesti podatke o cirkulacionim pumpama (tip, snaga, stanje) i načinu njihove regulacije;
- ▶ Navesti podatke o ventilatorima (tip, snaga, stanje) i načinu

njihove regulacije;

- ▶ Utvrditi postojanje sistema za rekuperaciju toplote i navesti tip i efikasnost sistema;
- ▶ Označiti na crtežima/skicama položaj klima komore u objektu;
- ▶ Opisati stanje klima komore

.....

- ▶ Naznačiti vrstu nosioca energije (voda, vazduh);
- ▶ Opisati kanalski razvod (presjek, materijal, izolacija, regulacione klapne);
- ▶ Opisati cijevni razvod (dvocijevni ili četvorocijevni, materijal, izolacija);
- ▶ Naznačiti starost i opisati stanje kanalskog/cijevnog razvoda;
- ▶ Evidentirati terminalne jedinice (navesti vrstu, broj, instaliranu snagu, kao i označiti njihove pozicije na crtežima/skicama)

.....

- ▶ Opisati sistem regulacije rada rashladnih agregata i terminalnih jedinica;
- ▶ Utvrditi postojanje zona sa različitim temperaturama hlađenja;
- ▶ Evidentirati mogućnost praćenja veličina koje se regulišu

.....

- ▶ Navesti režim rada sistema hlađenja i evidentirati prekide u hlađenju);
- ▶ Opisati način održavanja sistema



/// Sistem za pripremu sanitarne tople vode (STV)

Naznačiti način pripreme STV (decentralizovana, centralna);

Decentralizovana priprema STV:

- ▶ Navesti tip uređaja (protočni ili akumulacioni), njihov broj, vrstu energenta, ukupan kapacitet i kapacitet po vrstama;
- ▶ Navesti potrošnju vode u objektu;
- ▶ Naznačiti potrošna mjesta u objektu (vrsta i količina, način i broj korišćenja);
- ▶ Navesti režim rada uređaja;
- ▶ Opisati način održavanja uređaja;
- ▶ Navesti starost i opisati stanje uređaja;

Centralna priprema STV:

- ▶ Naznačiti izvor toplote (postojeći kotlovi za grijanje objekta, posebni kotlovi za STV);
- ▶ Zabilježiti podatke sa pločice kotla;
- ▶ Opisati stanje kotla, oplave, izolacije, instalacije;
- ▶ Zabilježiti podatke sa pločice rezervoara (zapremina i dr.);
- ▶ Opisati stanje rezervoara i izolacije;
- ▶ Opisati cijevni razvod (materijal, izolacija);
- ▶ Evidentirati postojanje curenja u sistemu;
- ▶ Navesti temperature isporučene tople vode i hladne vode na ulazu;
- ▶ Utvrditi postojanje mjerenje potrošnje tople vode;
- ▶ Opisati način regulacije sistema za pripremu STV;
- ▶ Navesti potrošnju vode u objektu;
- ▶ Naznačiti potrošna mjesta u objektu (vrsta i količina, način i broj korišćenja);
- ▶ Navesti režim rada sistema;
- ▶ Opisati način održavanja sistema;
- ▶ Navesti starost i opisati stanje sistema;



/// Sistem snadbijevanja električnom energijom i mjerenje potrošnje

- ▶ Snimiti stanje glavnog razvodnog ormara objekta (GRO), kao i lokalnih razvodnih ormara;
- ▶ Evidentirati rezultate snimanja razvodnih ormara IC kamerom koji ukazuju na nedozvoljeno zagrijavanje kablova, sklopki, osigurača i ostalih elemenata;
- ▶ Navesti tip, presjek i stanje glavnog naponskog kabla;
- ▶ Navesti starost instalacija, posljednji datum popravke ili rekonstrukcije sistema elektroenergetskih instalacija ili pojedinih njegovih djelova;
- ▶ Navesti naponski nivo, mjesto i način napajanja objekta;
- ▶ Evidentirati postojanje redovnog održavanja i ugovora za održavanje elektroenergetskih instalacija objekta;
- ▶ Evidentirati postojanje atesta o ispravnosti električnih instalacija izdatog u posljednje tri godine;
- ▶ Utvrditi mjesto vršenje mjerenja, kao i naponski nivo;

- ▶ Evidentirati način mjerenja (direktno ili indirektno);
- ▶ Evidentirati postojanje mjerenja utrošene reaktivne energije i obračunske snage;
- ▶ Navesti tip, proizvođača i serijski broj brojila;
- ▶ Navesti konstantu mjerenja;
- ▶ Navesti trenutne fazne i međufazne napone na GRO, kao i fazne struje na glavnom napojnom kablju (mjereno unimjerom sa amper kliještima);
- ▶ Evidentirati postojanje uređaja za kompenzaciju reaktivne električne energije u objektu;
- ▶ Evidentirati postojanje sistema upravljanja vršnom energijom u objektu



/// Sistem rasvjete (unutrašnje i spoljne)

- ▶ Naznačiti tip i broj rasvjetnih tijela, njihove pojedinačne i ukupne instalirane snage;
- ▶ Opisati stanje i navesti starost rasvjetnih tijela;
- ▶ Navesti tip prigušnica kod fluo lampi (magnetne ili elektronske);
- ▶ Naznačiti način upravljanja rasvjetom (centralno, lokalno, automatsko);
- ▶ Evidentirati postojanje tajmera, impulsnih releja, automata, senzora osvjetljenja, senzora prisustva i sl.;
- ▶ Evidentirati postojanje inteligentnih sistema upravljanja i utvrditi integritet rasvjete u sistem „pametne kuće“ ukoliko takav sistem postoji u objektu;
- ▶ Utvrditi postojanje redovnog održavanja sistema rasvjete u objektu;
- ▶ Utvrditi da li izmjereni intenzitet osvjetljenja zadovoljava standarde za tu vrstu objekta;
- ▶ Opisati način upravljanja spoljnom rasvjetom;
- ▶ Navesti režim upotrebe unutrašnje i spoljne rasvjete (dnevni, sedmični, godišnji)



/// Sistem ostalih električnih potrošača

- ▶ Navesti naziv potrošača, tip i proizvođača;
- ▶ Navesti deklarisanu energetska klasu svih potrošača;
- ▶ Naznačiti broj potrošača, njihovu pojedinačnu i ukupnu instaliranu snagu;
- ▶ Utvrditi uticaj potrošača na toplotni bilans objekta i podijeliti ih u dvije grupe: potrošači koji utiču na toplotni bilans objekta i potrošači koji ne utiču na toplotni bilans objekta;
- ▶ Navesti starost, odnosno godinu proizvodnje potrošača;
- ▶ Opisati stanje potrošača;
- ▶ Opisati način upravljanja potrošačima;
- ▶ Navesti prosječno dnevno korišćenje u satima i broj dana korišćenja u toku godine;
- ▶ Evidentirati postojanje inteligentnih sistema upravljanja potrošačima i utvrditi integritet potrošača u sistem „pametne kuće“ ili sistem upravljanja vršnom energijom ukoliko takvi sistemi postoje u objektu;



/// Sistem snabdijevanja pitkom i sanitarnom vodom

- ▶ Naznačiti potrošna mjesta u objektu (vrsta i količina, način i broj korišćenja);
- ▶ Utvrditi postojanje potrošnje vode u tehničkim sistemima u objektu (rashladne kule, ovlaživači i sl.);
- ▶ Opisati način snabdijevanja pitkom vodom;
- ▶ Opisati stanje sistema i vodovodne mreže;
- ▶ Evidentirati eventualne gubitke i neželjena curenja;
- ▶ Evidentirati postojanje sistema za regulaciju pritiska;
- ▶ Evidentirati postojanje hidrantske mreže, opisati stanje i eventualne gubitke;
- ▶ Opisati način održavanja sistema



/// Specifični podsistem: Sistem komprimovanog vazduha

- ▶ Naznačiti namjenu sistema;
- ▶ Navesti podatke o kompresorima (tip, proizvođač, broj, starost);
- ▶ Navesti ukupan kapacitet i pojedinačne kapacitete;
- ▶ Naznačiti radni pritisak u mreži;
- ▶ Navesti radne parametre kompresora;
- ▶ Navesti instaliranu električnu snagu elektromotora po kompresorima;
- ▶ Naznačiti podatke o rezervoaru za komprimovani vazduh (zapremina, broj);
- ▶ Opisati način regulacije sistema;
- ▶ Opisati način hlađenja kompresora;
- ▶ Navesti radni režim sistema;
- ▶ Opisati opšte stanje i efikasnost sistema



/// Specifični podsistem: Sistem pripreme pare

- ▶ Naznačiti namjenu sistema;
- ▶ Navesti podatke sa pločice parnog kotla (proizvođač, tip, starost, instalirani kapacitet);
- ▶ Opisati stanje kotla, oplave, izolacije, instalacije;
- ▶ Opisati stanje sigurnosne opreme;
- ▶ Zabilježiti podatke sa pločice plamenika (proizvođač, tip, starost, max snaga plamenika);
- ▶ Naznačiti vrstu energenta i način snabdijevanje energentom;
- ▶ Navesti temperature na izlazu i ulazu u parni kotao;
- ▶ Navesti pritisak pare na izlazu iz kotla;
- ▶ Naznačiti količinu vode koja se dodaje u sistem;
- ▶ Naznačiti temperaturu napojne vode na ulazu u kotao;
- ▶ Opisati na koji način se vrši povrat kondenzata i način obrade;
- ▶ Opisati opšte stanje cijevnog razvoda i armature;
- ▶ Navesti sistem regulacije (posebno regulaciju krajnjih potrošača);
- ▶ Navesti režim rada sistema;
- ▶ Opisati način održavanja sistema



/// Specifični podsistem: Kuhinjska oprema

- ▶ Navesti grupe i tipove kuhinjskih uređaja, kao i energente koje koriste;
- ▶ Navesti instalisane nazivne snage uređaja;
- ▶ Naznačiti periode korišćenja (dnevni/mjesečni);
- ▶ Opisati opšte stanje uređaja



/// Specifični podsistem: Vešernica

- ▶ Navesti grupe i tipove uređaja u vešernicama, kao i energente koje koriste;
- ▶ Navesti instalisane nazivne snage uređaja;
- ▶ Naznačiti periode korišćenja (dnevni/mjesečni);
- ▶ Opisati opšte stanje uređaja

Izvođenje potrebnih mjerenja

Analiza podataka prikupljenih u prethodnim koracima se po potrebi upotpunjuje određenim mjerenjima.

Mjerenja koja se izvode u cilju prepoznavanja ponašanja korisnika u objektu i režima rada potrošača i na osnovu kojih možemo donijeti zaključke o ispunjenosti nekih uslova komfora u objektu, smatraju se jednostavnim kontrolnim mjerenjima i odnose se na: mjerenja temperature i vlažnosti vazduha u prostorijama kondicioniranog dijela objekta, mjerenja osvijetljenosti tipičnih prostorija objekta, osnovna mjerenja električnih veličina.

Mjerenja temperature i vlažnosti vazduha u prostorijama kondicioniranog dijela objekta

Cilj mjerenja: provjera stepena ispunjenosti ambijentalnih uslova u objektu, prikupljanje podataka neophodnih za proračun potrošnje energije u objektu

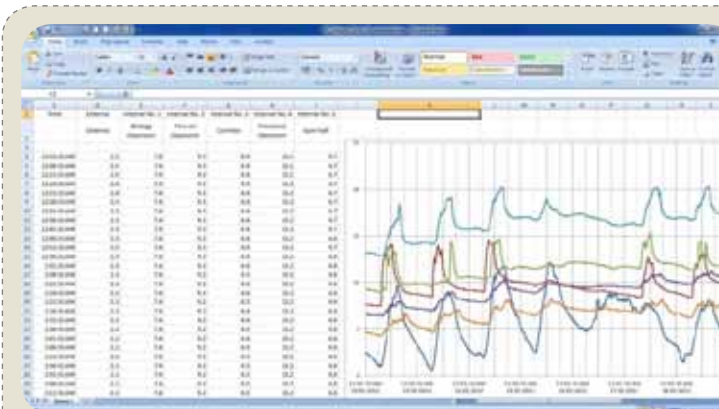
Period mjerenja: preporučuje se 7 dana

Mjerni instrument: data loggeri za mjerenje temperature i/ili vlažnosti vazduha

Kratak opis mjerenja: u odabranim karakterističnim prostorijama u objektu (po jedna prostorija iz grupa prostorija sa sličnim unutrašnjim projektnim uslovima, orijentacijom, načinom korišćenja), kao i na odabranom mjestu van objekta, instalirati data logere i ostaviti ih da bilježe temperature i/ili vlažnost vazduha u definisanom periodu mjerenja

Rezultati mjerenja: podaci o zabilježenim unutrašnjim i spoljašnjim temperaturama i/ili vlažnosti vazduha u MS Excel formatu

Interpretacija rezultata mjerenja: dobijeni podaci se analiziraju u grafičkom i tabelarnom obliku i na osnovu njih se dobijaju temperaturni uslovi za cijeli objekat (srednja unutrašnja



Slika 4: Rezultati
mjerenja
temperature u
objektu data
loggerima

temperatura, srednja redukovana – “setback” temperatura), odnosno uslovi u pogledu vlažnosti vazduha u objektu

Mjerenja osvijetljenosti tipičnih prostorija objekta

Cilj mjerenja: provjera stepena ispunjenosti uslova komfora u pogledu osvijetljenja

Mjerni instrument: luksmetar

Kratak opis mjerenja: u odabranim karakterističnim prostorijama u objektu (po jedna prostorija iz grupa prostorija sa istim zahtjevanim nivoom osvijetljenja, orijentacijom, načinom korišćenja) definisati nekoliko tačaka i u njima izmjeriti nivo osvijetljenosti

Rezultati mjerenja: podaci o nivou osvijetljenosti u mjernim tačkama

Interpretacija rezultata mjerenja: za dobijene podatke u mjernim tačkama izračunati srednju vrijednost i na taj način odrediti nivo osvijetljenosti u odabranim prostorijama, odnosno utvrditi da li nivo osvijetljenosti zadovoljava potrebe objekta



Slika 5: Luksmetar
Testo 540

Osnovna mjerenja električnih veličina

Mjerene veličine: potrošnja aktivne i reaktivne energije, trenutna snaga, vršna snaga, faktor snage, fazni i međufazni naponi, fazne struje, frekvencija

Rezultati i cilj mjerenja: snimanje dnevnog dijagrama opterećenja, tj. snimanje dnevne dinamike potrošnje električne energije (aktivne i reaktivne), evidentiranje opterećenja po fazama (simetrija/nesimetrija opterećenja), evidentiranje faznog i međufaznog naponskog nivoa (dozvoljeni/nedozvoljeni pad napona, podnaponska i prenaponska stanja), ustanovljavanje prisustva viših harmonika, evidentiranje faktora snage

Period mjerenja: za validne rezultate preporučuje se najmanje 7 dana, po mogućnosti i duže



Slika 6: Mrežni
analizator

Mjerni instrumenti: mrežni analizator, vatmetar, maksimetar, voltmetar, ampermetar, frekvencometar, brojilo aktivne energije, brojilo reaktivne energije, unimjer, amper kliješta itd.

Mjere EE: Upravljanje vršnim opterećenjem se ostvaruje kontrolisanjem radnih režima

najvećih potrošača. Cilj je izbjeći istovremeni rad, tj. rasporediti periode punog opterećenja različitih potrošača tako da se ne poklapaju. Kompenzacija reaktivne energije sa ciljem poboljšanja faktora snage, smanjenja troškova za utrošenu električnu energiju i ostvarenja niza pozitivnih tehničkih efekata.

U drugu grupu mjerenja možemo svrstati mjerenja kojima se preciznije utvrđuju energetska svojstva objekta i koja u prethodnim fazama nisu mogla biti utvrđena ili postoje opravdane sumnje u tačnost nekih parametara bitnih za proračun energetskih potreba objekta. Ova mjerenja se odnose na utvrđivanje energetskog stanja omotača, zatim na razna mjerenja u sistemima grijanja, hlađenja, ventilacije i klimatizacije, kao i na mjerenja elektroenergetskih parametara potrošnje električne energije.

Najčešća mjerenja koja se odnose na utvrđivanje energetskog stanja spoljašnjeg omotača su: identifikacija mjesta toplotnih gubitaka korišćenjem infracrvene termografije, mjerenje vazdušne propustljivosti zgrade (Blower Door Test), mjerenje U-vrijednosti građevinskih elemenata In-situ.

Identifikacija mjesta toplotnih gubitaka kroz spoljašnji omotač zgrade korišćenjem infracrvene termografije

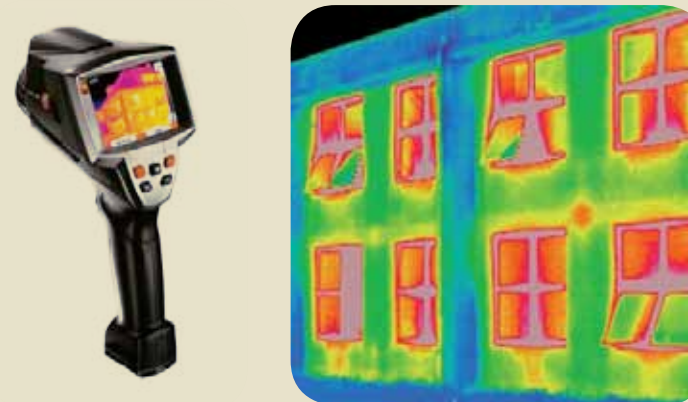
Cilj mjerenja: analiza i ustanovljavanje energetskog stanja spoljašnjeg omotača zgrade

Mjerni instrument: termografska kamera

Princip: tehnika termografije omogućava vizuelizaciju IC zračenja koje je nevidljivo ljudskom oku. Termografska kamera "vidi" toplotnu energiju koju objekat emituje, i na osnovu toga proračunava temperaturu po površini omotača uz prethodno pravilno podešavanje parametara na kameri

Kratak opis mjerenja: snimanje objekta termografskom kamerom uz prethodno podešavanje parametara kako bi se što tačnije odredila temperatura: emisivnost, reflektovana temperatura, atmosferska temperatura, relativna vlažnost i rastojanje

Rezultati mjerenja: termogram



Slika 7:
Termografska
kamera i rezultat
mjerenja
(termogram)

Interpretacija rezultata mjerenja: informacije o raspodjeli temperature po površini posmatranog objekta, pri čemu različiti temperaturni nivoi ukazuju na nepravilnosti omotača zgrade: postojanje toplotnih mostova, nehomogenosti materijala zida, neispravnosti ili nepostojanje toplotne izolacije, područja sa povećanom vlagom itd.

Primjena: postojeće zgrade, zgrade pod zaštitom, nove zgrade

Mjerenje vazdušne propustljivosti zgrade (Blower Door Test)

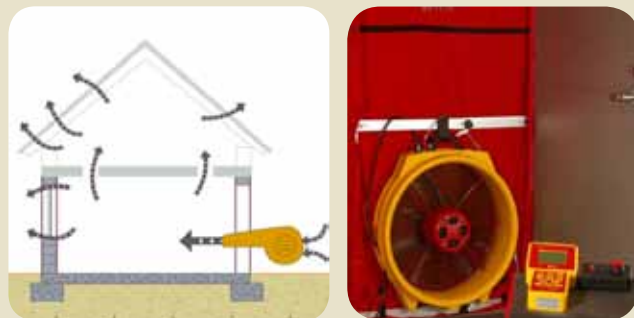
Cilj mjerenja: analiza i ustanovljavanje stanja spoljašnjeg omotača u smislu vazdušne propustljivosti

Mjerni instrument: "blower door" ispitni uređaj

Princip: simuliranje određenih uslova koji mogu nastati usljed uticaja vjetra ili nevremena

Kratak opis mjerenja: specijalno dizajniran ventilator koji se na poseban način postavlja na prozor ili vrata i stvara razliku pritisa od 50 Pa između spoljašnjeg i unutrašnjeg prostora, a zatim se mjeri zapreminski protok vazduha koji nastaje usljed razlike pritisa. Broj izmjena vazduha n_{50} u objektu se dobija dijeljenjem izmjerene vrijednosti zapreminskog protoka (m^3/h) sa unutrašnjom zapreminom ispitivanog prostora objekta (m^3)

Rezultati mjerenja: količina promijenjenog vazduha na sat



Slika 8: "Blower door" ispitni uređaj i metode mjerenja

Interpretacija rezultata mjerenja: dobijeni broj izmjena vazduha n_{50} ne bi smio biti veći od: $n_{50} = 3,0 h^{-1}$ kod prirodne ventilacije, $n_{50} = 1,5 h^{-1}$ kod mašinske ventilacije, $n_{50} = 0,6 h^{-1}$ kod pasivnih zgrada (EN 13829)

Primjena: uglavnom na novim zgradama, mada se primjenjuje i na postojećim

Mjerenje U-vrijednosti građevinskog elementa In-situ

Cilj mjerenja: analiza i ustanovljavanje energetskog stanja spoljašnjeg omotača zgrade

Mjerni instrument: multifunkcionalni mjerni uređaj, temperaturne sonde (bežične za spoljašnju temperaturu, 3 termopara za unutrašnju površinu)

Kratak opis mjerenja: u definisanim fiksnim intervalima tokom cjelokupnog trajanja mjerenja, mjeri se unutrašnja temperatura prostora, temperatura zida sa unutrašnje strane (u 3 tačke) i spoljašnja temperatura, dok se sa instrumenta očitava koeficijent prolaza toplote, pri čemu se vode zapisi temperatura i koeficijenta prolaza toplote

Period mjerenja: u uslovima stabilne unutrašnje temperature minimalno trajanje testa je 3 dana

Rezultati mjerenja: koeficijent prolaza toplote (U vrijednost), toplotni otpor, toplotna provodljivost

Primjena: na postojećim objektima gdje se ne zna tačna konstrukcija građevine i kada se ni jednom drugom metodom ne



Slika 9: Postupak mjerenja U-vrijednosti spoljašnjeg omotača in-situ

može ustanoviti sastav građevinskih elemenata zgrade (previše zahtjevna i previše skupa metoda za potrebe energetskog pregleda).

Ograničenja: stabilni spoljašnji i unutrašnji temperaturni uslovi, temperaturna razlika $\geq 15^{\circ}\text{C}$, tokom mjerenja ne bi smjelo biti sunca.

Mjerenjima u sistemima grijanja, hlađenja, ventilacije i klimatizacije utvrđuju se tehničke karakteristike, efikasnost i funkcionalnost sistema.

U sistemima grijanja izvode se mjerenja u cilju utvrđivanja:

- ▶ efikasnosti izvora toplote: temperatura i protok polaznog i povratnog radnog fluida, potrošnja goriva u kontrolisanom vremenu, temperatura dimnih gasova, sastav dimnih gasova;
- ▶ efikasnosti razvodnog sistema: temperatura i protok u karakterističnim tačkama razvoda, termografsko snimanje;
- ▶ efikasnosti grejnih tijela: temperatura i protok u grejnim tijelima;
- ▶ efikasnosti cirkulacionog sistema: pogonske karakteristike pumpi;
- ▶ izbalansiranosti sistema: protok na glavnom izlazu iz kotla, na pojedinim granama razvoda i njihovim krajevima, pritisci fluida na najvišim i najnižim tačkama razvoda.

U centralizovanim klimatizacionim/ventilacionim sistemima izvode se mjerenja temperature i vlažnosti vazduha, protoka vazduha, nepropusnosti ventilacionih kanala.

U centralizovanim rashladnim sistemima izvode se mjerenja temperature kondenzacije i isparavanja, temperature rashladnog medija.

Neka od mjerenja u sistemima grijanja, hlađenja, ventilacije i klimatizacije objašnjena su u nastavku.

Mjerenje dimnih gasova

Cilj mjerenja: kontrola procesa sagorijevanja, utvrđivanje da li izvor toplote zadovoljava uslove graničnih vrijednosti emisija štetnih materija u okolinu

Mjerni instrument: analizator dimnih gasova

Princip: primjena različitih vrsta senzora koji se baziraju na elektrohemijskom principu, jonizaciji dimnih gasova ili apsorpciji infracrvenog zračenja

Kratak opis mjerenja: ubacivanje mjerne sonde u dimni kanal izvora na odabranom mjestu i obrada izmjerenih podataka u nekoliko različitih režima rada

Rezultati mjerenja: sadržaj O_2 , CO , NO , NO_2 , temperatura dimnih gasova i temperatura okoline

Interpretacija rezultata mjerenja: izmjerene koncentracije su date



u ppm i da bi bile međusobno uporedive svode se na referentni udio kiseonika. Računski se određuju sadržaj CO_2 , gubici u dimnim gasovima i višak vazduha, na osnovu čega se dolazi do podatka o efikasnosti izvora toplote. Dobijene vrijednosti se upoređuju sa graničnim vrijednostima emisija i utvrđuje da li zadovoljavaju vrijednosti utvrđene propisima za zaštitu životne sredine.

Slika 10: Analizator dimnih gasova

Mjerenje protoka radnog fluida ultrazvučnim mjerачem protoka

Cilj mjerenja: utvrđivanje tehničkih karakteristika i efikasnosti pojedinih dijelova sistema grijanja/hlađenja/ventilacije/klimatizacije

Mjerni instrument: ultrazvučni mjerач protoka

Princip: mjerenje brzine odziva ultrazvučnog talasa

Kratak opis mjerenja: za prethodno unesene podatke o karakteristikama cijevi (materijal, prečnik, debljina zida) i karakteristikama fluida (gustina, brzina prostiranja zvuka) dobija se optimalno rastojanje između dva senzora koji se postavljaju na spoljašnji zid cijevi, a zatim se vrijednost protoka očitava na displeju

Rezultati mjerenja: brzina i protok radnog fluida

Interpretacija rezultata mjerenja: izmjerene vrijednosti mogu služiti za provjeru da li je osiguran traženi protok kroz razvodni sistem/grejna tijela, a mogu se koristiti dalje za izračunavanje različitih veličina (npr. potrošnje toplotne energije).



Slika 11: Ultrazvučni mjerач protoka i način mjerenja

Mjerenje brzine i protoka vazduha anemometrom

Cilj mjerenja: utvrđivanje tehničkih karakteristika i efikasnosti u sistemima ventilacije i klimatizacije

Mjerni instrument: anemometar

Princip: linearnost funkcije brzine strujanja odnosno protoka fluida u relativno širokom opsegu mjerenja

Kratak opis mjerenja: mjerenje se obavlja u više tačaka sa proračunom srednje vrijednosti ili skeniranjem poprečnog presjeka kanala laganim pomjeranjem anemometra po poprečnom presjeku

Rezultati mjerenja: brzina i protok vazduha, temperatura vazduha

Interpretacija rezultata mjerenja: izmjerene vrijednosti mogu služiti za provjeru projektovanih parametara vazduha, efikasnost rekuperacije toplote (ukoliko postoji) i sl.



Slika 12: Džepni anemometar Testo 410

Faza 3: Aktivnosti nakon posjete objektu

Nakon posjete lokaciji auditor treba davrednuje sve informacije do kojih je došao tokom aktivnosti u fazama pripreme i obilaska objekta, a zatim da identifikuje mjesta neefikasne potrošnje energije i predloži mjere za poboljšanje energetske efikasnosti, uz njihovu analizu i predstavljanje u formi izvještaja o izvršenom energetskom pregledu.

Analiza prikupljenih podataka

Odmah nakon završene posjete lokaciji auditor treba da protumači svoje bilješke i popuni podatke u kontrolnim listama koje nije imao vremena da popuni tokom pregleda.

Takođe, sve crteže, skice i šeme napravljene za vrijeme posjete, potrebno je organizovati, zajedno sa ispunjenim kontrolnim listama i fotodokumentacijom, po kategorijama (spoljašnji omotač/sistem grijanja/ventilacija/STV/hlađenje/rasvjeta/razni potrošači) u cilju lakšeg sagledavanja tehničkih i energetskih svojstava i dalje analize podataka.

Odabir odgovarajućih mjera za povećanje energetske efikasnosti pojedinih energetskih sistema

U sklopu ove analize potrebno je predložiti sve prepoznate mjere koje se mogu svrstati u 3 grupe:

- ▶ Mjere **energetske efikasnosti** koje imaju za cilj uštedu energije i/ili vode uz zadržavanje ili poboljšanje uslova komfora i koje rezultiraju uštedom u potrošnji energije i/ili vode, troškova za energiju i/ili vodu, kao i smanjenjem emisije gasova sa efektom staklene bašte;
- ▶ Mjere **ekonomske efikasnosti** koje ne rezultiraju energetskim uštedama, već imaju za cilj uštedu novčanih sredstava;
- ▶ Mjere u cilju **povećanja komfora i zadovoljenja minimalnih propisanih tehničkih uslova** definisanih propisima i pravilnicima koje mogu rezultirati povećanjem potrošnje energije i/ili vode, i koje ne predstavljaju nužno mjere energetske i ekonomske efikasnosti.

Svaki tip objekta zavisno od namjene posjeduje određene specifičnosti u energetskim sistemima koje predstavljaju osnovu za razumijevanje koncepta funkcionisanja objekta kao cjeline. U tabeli 1 je prikazana potrošnja energije u objektima zavisno od njihove namjene.

Tip objekta	Glavni potrošači primarne energije
Stambeni objekti (pojedinačni objekti i rezidencijalni objekti) i objekti kolektivnog smještaja (studentski domovi, domovi za stara lica i sl.)	Grijanje Hlađenje Priprema STV Osvjetljenje
Administrativni objekti (zgrade državne uprave, parlamentarne zgrade, ministarstva, opštine, sudovi i sl.)	Grijanje Hlađenje Osvjetljenje Kancelarijska oprema
Objekti obrazovnih institucija (univerziteti, škole, vrtići, specijalne škole i sl.)	Grijanje Hlađenje Osvjetljenje Ventilacija
Zdravstvene institucije: Bolnice	Grijanje Hlađenje Osvjetljenje Priprema STV Ventilacija
Ostalo (domovi zdravlja, ambulate i sl.)	Grijanje Hlađenje Osvjetljenje
Poslovni objekti (sa kancelarijskim i pripadajućim prostorima)	Grijanje Hlađenje Osvjetljenje Kancelarijska oprema
Računarski centri	Kompjuterska oprema Hlađenje Osvjetljenje
Objekti kulture: Pozorišta, bioskopi i sl.	Grijanje Hlađenje Osvjetljenje Ventilacija
Galerije, muzeji i sl.	Grijanje Hlađenje Osvjetljenje Kontrola vlažnosti

Tabela 1: Potrošnja energije u objektima u zavisnosti od njihove namjene

Turistički objekti (hoteli, moteli, apartmani i sl.)	Grijanje Hlađenje Osvjetljenje Priprema STV
Komercijalni objekti (tržni centri i sl.)	Grijanje Hlađenje Osvjetljenje
Sportski i rekreacioni objekti: Sportski centri, hale i sl.	Grijanje Hlađenje Osvjetljenje Ventilacija
Bazeni	Grijanje bazenske vode Grijanje i odvlaživanje prostora bazena Grijanje vode za tuševe

U nastavku su date neke moguće mjere za povećanje energetske efikasnosti elemenata spoljašnjeg omotača zgrade, kao i pojedinih energetskih sistema.

/// Omotač objekta

Toplotna izolacija spoljašnjih zidova

Ova mjera se sprovodi uvijek u situaciji kada ne postoji nikakva termička zaštita na spoljašnjim zidovima. Uštede uvođenjem ove mjere mogu biti od 15-25%, a pored toplotne zaštite ovom mjerom se sprečavaju negativne posljedice hladnih mostova i značajno se poboljšava komfor u unutrašnjosti objekta. Pogledati Mjeru 1, Poglavlje Tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti.

Toplotna izolacija krova

Ova mjera podrazumijeva ugradnju termoizolacije na ravne ili kose površine krova u zavisnosti od konstrukcije. Putem toplotnih gubitaka kroz krovnu površinu, gubi se više toplote nego što je to slučaj sa zidovima, što dovodi do toga da je toplotna izolacija krova, ukoliko je istih svojstava, većih debljina od termoizolacije zidova. Pravilno izolovana krovna površina može dovesti do ušteda od 25-40%. Pogledati Mjeru 2, Poglavlje Tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti.

Zamjena ili unapređenje toplotnih karakteristika prozora

Prozori su segment omotača objekta na koji je posebno potrebno obratiti pažnju. Toplotni gubici kroz prozore mogu biti transmisioni ili gubici nastali provjetravanjem. Ako saberemo ove dvije vrste toplotnih gubitaka oni mogu iznositi i više od 50% ukupnih toplotnih gubitaka objekta. Ovi gubici obično su 10 i više puta veći od onih kroz zidove i zato su prozori veoma važna pozicija koju treba tretirati mjerama energetske efikasnosti. Pogledati Mjeru 3, Poglavlje Tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti.

Toplotna izolacija poda

Toplotni gubici prema tlu iznose do 10% ukupnih toplotnih gubitaka objekta. U slučaju poda na tlu kod postojećeg objekta uglavnom je neisplativo ući u takvu intervenciju zbog značajnog obima radova.

Toplotna izolacija poda na tlu nije isto što i toplotna izolacija poda prema negrijanom prostoru najniže etaže. U ovom slučaju intervencija jeste isplativa i ovu mjeru bi trebalo preporučivati. Takođe, potrebno je toplotno zaštititi i podne konstrukcije iznad otvorenih prolaza i na taj način postići neprekidnost toplotne zaštite kompletnog spoljašnjeg omotača objekta.

Pod na tlu potrebno je izolovati sa minimalno 10 cm termoizolacije. Iako su gubici kroz pod na tlu relativno mali u poređenju sa gubicima drugih djelova konstrukcije, temperatura poda slična temperaturi unutrašnjeg prostora doprinosi komforu boravka u prostoriji.

/// Sistemi grijanja

Zamjena starih konvencionalnih kotlova niskotemperaturnim i kondenzacionim kotlovima (sa ili bez promjene energenta)

Većina konvencionalnih kotlova starosti između 10 i 30 godina ima oštećenu izolaciju, oštećena ložišta, kao i neregulisane operativne procese što značajno doprinosi nepotrebnoj potrošnji energenata.

Stepen energetske efikasnosti za stare kotlove obično iznosi između 60-75%, zavisno od vrste energenata. Korišćenjem novih niskotemperaturnih i kondenzacionih kotlova sa visokim stepenom energetske efikasnosti može se uštedjeti 15-40% energenta u odnosu na standardne kotlove. Pogledati Mjeru 4, Poglavlje Tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti.

Zamjena starih konvencionalnih kotlova kotlovima na biomasu – pelet

Stepen energetske efikasnosti kotlova na biomasu (briket, pelet) nije veći od kotlova na lož-ulje i gas, ali je cijena energenta znatno niža, tako da se njihovim korišćenjem može ostvariti ušteda u grijanju i do 60%. Pored toga, korišćenjem kotlova na biomasu značajno se doprinosi očuvanju životne sredine. Pogledati Mjeru 5, Poglavlje Tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti.

Zamjena starih konvencionalnih kotlova toplotnim pumpama koje koriste kao izvor toplote vazduh, zemlju ili podzemnu vodu

Toplotne pumpe koriste do 75% besplatne energije sadržane u okolini i njihovom upotrebom mogu se ostvariti značajne uštede u troškovima grijanja, smanjenje potrošnje energenta za proizvodnju iste količine toplotne energije, povećanje energetske efikasnosti sistema grijanja, kao i smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu. Osim za grijanje prostora, toplotne pumpe se mogu koristiti i za hlađenje i pripremu sanitarne tople vode. Pogledati Mjeru 6, Poglavlje Tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti.

Hemijska priprema vode

Usljed neadekvatne pripreme vode za termoenergetska postrojenja dolazi do taloženja kamenca koji izaziva smanjenje prolaza toplote, ometanje pravilnog toka vode usljed smanjenja poprečnog presjeka, koroziju, smanjenje pogonske bezbjednosti, povećanje troškova održavanja, i kao posljedicu svega, smanjenje stepena korisnosti i vijeka trajanja kotlovskog postrojenja. Osnovni uslov za prevazilaženje ovog problema jeste odgovarajuća priprema

napojne kotlovske vode i održavanje svih parametara u normiranim granicama.

Balansiranje sistema grijanja

U hidraulički neuravnoteženim sistemima grijanja često se događa da nisu ispunjeni uslovi termičkog komfora u pojedinim prostorijama. Neke su prostorije previše zagrijane (one bliže cirkulacionoj pumpi), dok je u onim udaljenijim često temperatura niža od optimalne i nakon dužeg perioda uzgrijavanja. Ovaj problem se može prevazići uravnoteženjem pritiska i protoka u hidrauličkim mrežama sistema grijanja, tj. ugradnjom balansnih ventila.

Ugradnja termostatskih ventila na postojeća grejna tijela

Ugradnjom termostatskih ventila na grejna tijela ostvaruje se mogućnost regulacije temperature unutar prostorije, a samim tim i potrošnje toplotne energije. Pogledati Mjeru 9, Poglavlje Tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti.

Novi sistem automatske regulacije

Stalna regulacija učinka grejnih tijela prema promjenljivoj potrebi za toplotnom energijom (zavisno od spoljašnje temperature, brzine vjetra, intenziteta sunčevog zračenja, unutrašnjih izvora toplote i dr.) može se na adekvatan način riješiti samo automatskom regulacijom. Na taj način se smanjuje potrošnja energenta, kao i troškovi grijanja.

Ugradnja pumpi sa promjenljivim brojem obrtaja

Pumpe sa promjenljivim protokom imaju ugrađen frekventni regulator kojim se mijenja brzina okretanja motora, a samim tim mijenja se i protok pumpe. Pumpe su opremljene sa elektronikom koja na osnovu mjerenog broja obrtaja motora pumpe, struje koja pokreće motor i zadatih parametara cjevovoda reguliše broj obrtaja pumpe i održava radnu tačku pumpe u optimalnom režimu. Pored optimizacije protoka kroz grejna tijela, pumpe sa promjenljivim

brojem obrtaja doprinose i smanjenju potrošnje električne energije 70% do 90%.

Toplotna izolacija neizolovanih dijelova sistema

Toplotnom izolacijom neizolovanih dijelova sistema sprečava se mogućnost pojave kondenzacije, smanjuju se toplotni gubici i povećava efikasnost sistema.

“Setback” temperatura (dežurna temperatura)

Podešavanje temperature na nižu vrijednost u periodima kada u objektu nema osoblja ili je grijanje redukovano (npr. tokom noći, vikenda, praznika) donosi uštede u energiji. Prema nekim grubim procjenama te uštede iznose oko 1% potrošnje energije za grijanje za svaki sniženi stepen temperature ispod temperature podešene za normalan režim rada za redukovani period od 8 sati. Tipične “setback” temperature iznose od 12°C to 15°C, zavisno od toplotnog kapaciteta zgrade, kao i nivoa komfora koji se želi postići.

Čišćenje kotla

Čišćenjem ložišta kotlova od gareži, nesagorjelih naslaga i čadji, koji su nastali usljed lošeg i nepotpunog sagorijevanja energenta, povećava se stepen iskorišćenja kotlova. Samim tim što su zidovi ložišta čisti, bolji je prenos toplote i potrošnja goriva je smanjena. Čišćenje kotlova može da se vrši sa dimno-plamene strane, kao i sa vodeno-parne (uklanjanje kamenca na unutrašnjim zidovima kotla).

/// Sistemi ventilacije

Ugradnja sistema rekuperacije toplote iz otpadnog vazduha u sistemima ventilacije i klimatizacije

U cilju povećanja temperature spoljnog vazduha prije ulaska u dogrijač u sistemima ventilacije/klimatizacije, može se koristiti toplota sadržana u otpadnom vazduhu ventilacionog/klimatizacionog sistema. Na ovaj način se za predgrijavanje

ne koristi topla voda iz kotlarnice, čime se smanjuje potrošnja primarnog goriva, a takođe se doprinosi i očuvanju životne sredine. Smanjenje potrošnje primarnog goriva je ekvivalentno rekuperisanoj toploti iz otpadnog vazduha. Pogledati Mjeru 7, Poglavlje Tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti.

Balansiranje ventilacionih kanala

U sistemu koji nije izbalansiran javljaju se razlike u potrebnim količinama vazduha u pojedinim djelovima ventiliranog prostora, tj. negdje ga ima više, a negdje manje nego što je potrebno. Kao rezultat se javljaju previše visoke ili previše niske temperature u pomenutim djelovima prostora, a takođe se kao posljedica može javiti i ustajali vazduh. Balansiranjem sistema se ova situacija izbjegava, i na taj način se pored ispunjavanja uslova termičke ugodnosti štedi i energija.

Frekventna kontrola ventilatora

Frekventno regulisani pogoni kao alternativa klasičnim pogonima sa konstantnom brzinom i prigušnim uređajima omogućavaju programirano “meko” startovanje i zaustavljanje čime se izbjegava mehanički stres i produžava život elektromotora, veliki opseg promjene brzine i snage čime se postiže precizna kontrola, veću energetske efikasnosti elektromotora i uštede energije. Pogledati Mjeru 10, Poglavlje 4.

Čišćenje razmjenjivača toplote

Naslage kamenca od magnezijuma, kalcijuma i silicijum dioksida iz napojne vode koje se formiraju na izmjenjivačima toplote predstavljaju izolaciju izmjenjivača i usporavaju prenos toplote, što za posledicu ima pregrijavanje ili slabljenje izmjenjivača, smanjenje energetske efikasnosti i habanje i trošenje sistema.

Zamjena/čišćenje filtera

Nečistoće i prašina koja se nakupi na filterima može uticati na temperaturu koju registruju senzori u ventilacionom sistemu.

/// Sistemi hlađenja

Zamjena postojećeg rashladnog agregata (čilera) efikasnijim

Čileri visoke efikasnosti su projektovani sa poboljšanim upravljanjem, povećanim i poboljšanim kondenzatorskim sekcijama i kompresorima visoke efikasnosti. Vazduhom hlađeni sistemi eliminišu potrebu za rashladnim kulama, što umanjuje instalacione troškove, kao i troškove održavanja. Sa druge strane, vodom hlađeni čileri su znatno efikasniji od vazduhom hlađenih čilera.

Optimizacija čilera

Optimizacija čilera u smislu poboljšanja kontrole se uglavnom zasniva na dva principa: regulaciju temperature polazne vode tako da se ona podešava na najveću moguću vrijednost u uslovima datog toplotnog opterećenja, i snižavanje temperature kondenzacije čime se povećava efikasnost kondenzacije i na taj način smanjuje potrošnja energije.

Evaporativno hlađenje

Potrošnja električne energije potrebne za mehaničko hlađenje može da se smanji korišćenjem vode u rashladnim sistemima sa evaporativnim hlađenjem. Energija toplog spoljašnjeg vazduha koristi se za isparavanje vode raspršene u komorama specijalno dizajniranog pada, pri čemu voda preuzima toplotu vazduha, a vazduh izlazi iz uređaja ohlađen. Evaporativnim kulerima nije potrebna dodatna energija za isparavanje vode, niti hemijski reagensi poput freona za hlađenje, već samo snažan ventilator i mala pumpa.

Korišćenje otpadne toplote sa kondenzatora rashladnih agregata za grijanje

U objektima u kojima postoje istovremeni zahtjevi za grijanjem i hlađenjem moguće je koristiti otpadnu toplotu kondenzacije za predgrijavanje ili zagrijavanje radnog fluida koji se koristi kao grejni fluid. Kod instalacija rashladnog sistema sa vodom

hlađenim kondenzatorom, zagrijana voda koja je primila toplotu kondenzacije, može se direktno koristiti u zatvorenom krugu grijanja (npr. u predgrijaču). U slučaju sistema sa čilerom koji ima vazduhom hlađeni kondenzator, može se koristiti dodatni izmjenjivač toplote (rekuperator vazduh - voda) za korišćenje otpadne toplote kondenzacije.

Primjena inverterskih uređaja za hlađenje prostora

Inverterska tehnologija troši manje energije i postiže veću energetska iskoristivost (ušteta energije do 50%), brže postiže željenu temperaturu i omogućava precizniju kontrolu temperature.

Optimizacija rada više čilera

Godišnji tok toplotnog opterećenja, kriva učestalosti spoljnih temperatura, kao i trajanje dnevnog pogona predstavljaju osnov za podjelu ukupnog rashladnog kapaciteta, odnosno korišćenje više rashladnih agregata u cilju boljeg prilagođavanja trenutnom opterećenju rashladnog sistema. Pravilnom podjelom i odgovarajućom elektronskom regulacijom ostvaruju se energetske uštede, a postiže se i veća pogonska sigurnost.

/// Sistemi za pripremu sanitarne tople vode (STV)

Zamjena individualnih električnih bojlera za pripremu STV solarnim termalnim sistemima

Primjena sistema za pripremu STV pomoću solarnih kolektora donosi uštede energije i do 100% u ljetnjem periodu, odnosno od 15 do 50% u zimskom periodu (u zavisnosti od namjene objekta). Jedan od najekonomičnijih načina je kombinacija sa dodatnim električnim i toplovodnim grijačem. Tokom zimskog perioda, kao dopunski izvor koristi se toplovodni grijač, dok se tokom ljetnjeg perioda za dogrijavanje koristi električni grijač. Pogledati Mjeru 8, Poglavlje Tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti.

Korišćenje otpadne toplote sa kondenzatora rashladnih agregata za zagrijavanje STV

U praksi je sve veći broj rashladnih jedinica koje djelimično ili potpuno koriste toplotu kondenzacije za zagrijavanje STV. Kod instalacija rashladnog sistema sa vodom hlađenim kondenzatorom, zagrijana voda koja je primila toplotu kondenzacije, može se direktno koristiti u grijaču bojlera STV. U slučaju sistema sa čilerom koji ima vazduhom hlađeni kondenzator, može se koristiti dodatni izmjenjivač toplote (rekuperator vazduh - voda) za korišćenje otpadne toplote kondenzacije.

Predgrijavanje vode sa otpadnom toplotom

Procjenjuje se da oko 80% toplote utrošene za pripremu STV neiskorišćeno odlazi u kanalizaciju. Ako se odvodi vode iz kada, tuševa i umivaonika izvedu odvojeno od fekalne kanalizacije, moguće je ostvariti povrat toplote otpadne vode od umivanja i tuševa. To je prikladno izvoditi za veće potrošače (npr. hoteli, velike stambene zgrade i sl.), a instalacija ovakvih uređaja jeftinija je u novogradnjama nego što je to slučaj za postojeće zgrade. Važno je voditi računa da sistem bude izveden tako da osigurava pouzdan rad imajući u vidu da otpadna voda sadrži nečistoće i masnoću.

Štedljive armature

Nove slavine na tržištu sve češće se proizvode s ugrađenim uređajem koji smanjuje jačinu mlaza koji protiče kroz slavinu na taj način štedeći vodu. Neke takve slavine mogu smanjiti potrošnju vode do 40%.

Poboljšanje izolacije cijevi i rezervoara tople vode

Ukoliko nije fabrički izolovan obavezno treba izolovati rezervoar sa toplom vodom kao i kompletan cjevovod kako bi se smanjili gubici toplote.

Kontrola preko tajmera

Postavljanje tajmera na cilindre za toplu vodu omogućava grijanje vode tačno u onom periodu kada je topla voda potrebna. Time se izbjegava nepotrebno zagrijavanje vode koja će se neiskorišćena brže ili sporije hladiti, u zavisnosti od kvaliteta izolacije rezervoara.

/// Sistemi rasvjete

Zamjena klasičnih rasvjetnih tijela rasvjetnim tijelima novije generacije sa većim stepenom energetske efikasnosti

Danas se 70% rasvjete u poslovnim objektima zasniva na fluorescentnim cijevima starije generacije pa tu postoji i veliki potencijal za uštede zamjenom postojećih rasvjetnih tijela sa novim energetski efikasnijim.

Razvojem tehnologije proizvodnje fluo rasvjete, prečnik fluo cijevi se smanjuje, čime se postiže veća iskoristivost svjetlosnog sistema (izvor svjetlosti je bliži tačkastom).

Zamjenom klasičnih fluo rasvjetnih tijela sa rasvjetnim tijelima najnovije generacije, osim već pomenutih prednosti, eliminiše se upotreba klasičnih magnetnih prigušnica, već se koriste elektronske. Elektronskim prigušnicama smanjuje se potrošnja električne energije i u isto vrijeme se popravljaju faktor snage, što posljedično dodatno utiče na povećanje energetske performansi objekta. Uštede koje se na ovaj način postižu mogu biti veoma značajne, čak i do 70%.

U Crnoj Gori još uvijek su veoma prisutne i ikadescentne lampe (klasične žarulje), koje spadaju u rasvjetna tijela sa najmanjim stepenom efikasnosti (svega do 5% energije koristi se za osvjjetljenje, a ostalo se gubi kao toplota). Njihova prosta zamjena sa kompaktnim fluo (tzv. štednim) jedna je od tipičnih mjera energetske efikasnosti, sa periodom povrata investicije od svega nekoliko mjeseci. Pogledati Mjeru 12, Poglavlje Tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti.

Unapređenje kontrole sistema rasvjete putem ugradnje raznih tipova senzora, tajmera i kontrolera

Veoma često u tipičnim poslovnim objektima starijeg datuma rasvjetom se upravlja direktno klasičnim prekidačima, gdje se racionalnost upotrebe ostavlja na savjest zaposlenima (gdje je upravljanje rasvjetom lokalno) ili licima koje vode računa o objektu (ako je upravljanje centralizovano).

Ugradnjom senzora nivoa osvjetljenja posebno ili u raznim kombinacijama sa senzorima pokreta, i/ili tajmerima, zavisno od tipa i namjene objekta i njegovih zasebnih cjelina, mogu se postići velike uštede.

Inteligentna rasvjeta, odnosno uvezivanje sistema rasvjete u sistem "pametne kuće"

Na ovaj način, u kombinaciji sa već pomenutim mjerama, može se postići još veći stepen uštede u odnosu na klasične sisteme starije generacije, čak i do 85%. Više informacija o ovoj temi nalazi se u okviru mjere zamjene klasičnih rasvjetnih tijela.

Zamjena klasičnih rasvjetnih tijela sa rasvjetnim tijelima koja koriste LED lampe najnovije generacije

LED rasvjeta je u energetskom smislu najefikasnija, ali mana joj je što je ova tehnologija još uvijek skupa, pa je period otplate relativno dug u odnosu na ostale mjere. Međutim, cijena LED lampi je u konstantnom padu, a performanse dodatno poboljšavaju, pa se može očekivati da u budućnosti ova mjera postane veoma atraktivna, odnosno isplativa.

Velika prednost LED rasvjete u odnosu na fluo je, osim znatno veće klase energetske efikasnosti, što nema povećanog elektromagnetnog zračenja i živinih legura, što su nedostaci fluo rasvjete.

Danas postoji širok spektar boja koje emituju LED lampe, za razliku od prvih LED lampi koje su mogle emitovati samo plavo-bjelkastu svjetlost. Može se birati između tople bijele, neutralne bijele i hladne bijele boje, kao i RGB (kombinacije crvene, zelene i plave boje) koja daje do 16 000 000 raznih nijansa boja.

LED emituje puno zdravije, konformnije i ravnomjernije svjetlo u odnosu na klasičnu rasvjetu. LED ne emituje ultraljubičasto ili infracrveno zračenje, nema zujanja, svjetlucanja ili strobo efekta na koje su mnogi ljudi osjetljivi.

Zamjena spoljnih rasvjetnih tijela sa rasvjetnim tijelima koja koriste LED svjetiljke najnovije generacije i sadrže ugrađene fotonaponske panele sa baterijama

Ovo je veoma interesantna mjera koja može da svede potrošnju električne energije za spoljnu rasvjetu na minimum posebno u ljetnjem periodu. Mana je što je ova tehnologija još uvijek skupa, pa je period otplate relativno dug u odnosu na ostale mjere. Takođe, ovo zahtijeva dodatne mjere održavanja (npr. periodičnu zamjenu baterija).

/// Elektroenergetski sistem

Kompenzacija reaktivne električne energije

Mjesečni trošak za reaktivnu energiju može biti znatan u zavisnosti od broja i veličine potrošača reaktivne energije. Kompenzacijom reaktivne energije ne postiže se samo ekonomski efekat umanjenja računa za utrošenu energiju, već se postižu i mnogi drugi efekti, kao što je povećanje raspoložive snage, smanjenje gubitaka u prenosnim vodovima, smanjenje padova napona, povećanje vijeka trajanja opreme. Pogledati Mjeru II, Poglavlje Tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti.

Upravljanje vršnom električnom energijom

U kategoriji velikih potrošača osim aktivne i reaktivne energije mjeri se i vršna snaga. Upravljanje vršnom snagom, odnosno vršnom energijom kod ovakvih potrošača je veoma interesantna, odnosno isplativa mjera energetske efikasnosti.

U praksi troškovi vršne snage su u prosjeku oko 30 % - 50 % ukupnog računa za utrošenu električnu energiju, a može se desiti da cijena koju platimo za obračunsku snagu premašuje iznos za utrošenu aktivnu snagu.

Upravljanje vršnim opterećenjem se ostvaruje instaliranjem naprednog centralnog sistema za kontrolu radnih režima najvećih potrošača. Cilj je izbjeći istovremeni rad, tj. rasporediti periode punog opterećenja različitih potrošača tako da se ne poklapaju. U praksi se pokazalo da se se primjenom ovakvih sistema troškovi vršnog opterećenja mogu smanjiti za preko 50%. Pogledati Mjeru 13, Poglavlje Tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti.

/// Električni potrošači

Zamjena električnih potrošača klase energetske efikasnosti C ili lošije, sa novim klase energetske efikasnosti A

Do prije samo nekoliko godina električna energija u Jugoistočnoj Evropi je imala relativno nisku cijenu, tako da se nije mnogo vodilo računa o klasi energetske efikasnosti električnih potrošača. Danas kada su cijene električne energije relativno visoke, sa jasnom tendencijom da budu i znatno veće u sljedećim godinama i decenijama, ova mjera energetske efikasnosti posebno dolazi do izražaja, jer se na ovaj način, tj. nabavkom uređaja najviše klase energetske efikasnosti, mogu postići veoma velike uštede.

Nabavka i zamjena svih postojećih električnih uređaja u nekom poslovnom objektu ili domaćinstvu može biti veoma velika investicija, i to može učiniti ovu mjeru neatraktivnom zbog dugog perioda povrata. Međutim, s obzirom da se inače relativno često obavlja zamjena postojećih uređaja (obično jednom u nekoliko godina), tada treba imati u vidu da se obavezno nabavljaju uređaji najviše EE klase, jer razlika u cijeni između recimo klase A i C iste vrste uređaja obično nije veća od 25%, što se veoma brzo vrati kroz uštede u električnoj energiji.

Uvezivanje svih električnih potrošača u sistem “pametne kuće”

Napredni sistemi kontrole nekih ili svih uređaja u domaćinstvima ili poslovnim objektima, podrazumijevaju različite po pravilu napredne, sofisticirane i visoko integrisane, elektronske sisteme gdje svi uređaji mogu biti kontrolisani preko jednog centralnog procesora, koji u novijim varijantama ima mogućnost i daljinske

kontrole putem TCP/IP, GPS, GPRS i GSM mreža, ali i na druge načine kao što je recimo glasovna komanda.

Na primjer, putem mobilnog telefona ili preko lap topa koji je konektovan na internet mrežu, moguće je putem posebne aplikacije upravljati sa svim električnim uređajima u domu ili poslovnom objektu, bez obzira gdje se nalazili.

Ovakvi sistemi obično imaju i niz senzora, pa recimo kad se otvori prozor ili kad se napusti prostorija, automatski se isključuje sistem klimatizacije, što naravno eliminiše bespotrebnu potrošnju električne energije, odnosno podiže nivo energetske efikasnosti objekta.

Takođe, električne roletne i zavjese mogu biti integrisane sa sistemom rasvjete, kako bi se što više koristila dnevna, a što manje vještačka svjetlost, a da se pri tome dobije zadati nivo osvjjetljenja.

U sljedećem poglavlju ovog Priručnika opisane su neke tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti i u sklopu analize svih mjera data je procjena godišnjih ušteda energije i novca, investicionih troškova, troškova održavanja, procijenjeni životni vijek i period povrata investicije, kao i način modeliranja pomenutih mjera u ENSI softveru.

Priprema podataka za ENSI softver

Analiza predloga mjera uključuje procjenu i proračune ušteda u energetskom, ekonomskom i ekološkom smislu i odnosi se na sljedeće:

- ▶ poboljšanje toplotnih karakteristika spoljašnjeg omotača zgrade;
- ▶ poboljšanje energetskih svojstava sistema grijanja, hlađenja, ventilacije i klimatizacije;
- ▶ poboljšanje energetskih svojstava sistema pripreme sanitarne tople vode;
- ▶ poboljšanje energetskih svojstava sistema rasvjete (unutrašnje i spoljašnje);
- ▶ poboljšanje energetskih svojstava sistema potrošnje električne energije;
- ▶ poboljšanje energetskih svojstava nekih specifičnih podsistema;
- ▶ poboljšanje sistema regulacije i upravljanja;
- ▶ poboljšanje sistema potrošnje sanitarne i pitke vode;
- ▶ analiza mogućnosti zamjene energenata ili korišćenja obnovljivih izvora energije za proizvodnju toplotne i/ili električne energije.

U tom cilju neophodna je obrada podataka u ENSI softverskom paketu i to: analiza energetskih ušteda u EAB Software-u i analiza ekonomskih parametara u Profitability Software-u.

Pregled podataka koje je potrebno pripremiti, kao i parametara koje treba odrediti ili izračunati, a koji predstavljaju ulazne podatke za ENSI softver prikazan je u nastavku (prema redoslijedu unošenja u ENSI).

/// EAB software



Opšti podaci o projektu

- ▶ Podaci o početku i kraju grejne sezone dobijeni od strane vlasnika zgrade/tehničkog osoblja;
- ▶ Podaci o praznicima dobijeni od strane vlasnika zgrade



Omotač zgrade

- ▶ Izračunati površine spoljašnjih zidova, posebno za sve vrste zidova i odgovarajuće orijentacije;
- ▶ Izračunati površine spoljašnjih zidova, posebno za sve vrste zidova i odgovarajuće orijentacije;
- ▶ Izračunati površine spoljašnjih zidova, posebno za sve vrste zidova i odgovarajuće orijentacije;
- ▶ Izračunati površine svih vrsta prozora, posebno za sve orijentacije objekta;
- ▶ Izračunati U i g-vrijednosti za sve vrste prozora i odgovarajuće orijentacije, i to za postojeće stanje, kao i stanje nakon primjene mjera EE; ENSI
- ▶ Izračunati površine svih vrsta krova;
- ▶ Izračunati površine svih vrsta krovnih prozora, posebno za sve orijentacije i nagibe;
- ▶ Izračunati U-vrijednosti svih vrsta krova, i to za postojeće stanje, kao i stanje nakon primjene mjera EE; ENSI
- ▶ Izračunati U i g-vrijednosti za sve vrste krovnih prozora i odgovarajuće orijentacije, i to za postojeće stanje, kao i stanje nakon primjene mjera EE; ENSI
- ▶ Izračunati U-vrijednosti za sve vrste poda, i to za postojeće stanje, kao i stanje nakon primjene mjera EE ENSI

ENSI

Pogledati u knjizi "Energetska efikasnost zgrada: Metodologija energetskog pregleda i proračuna indikatora EE" u izdanju Univerziteta Crne Gore (Mašinski fakultet/Arhitektonski fakultet)



Opšti podaci o zgradi

- ▶ Izračunati ukupnu površinu svih prostorija koje bi se trebale grijati prema standardima. Uzeti u obzir ENSI preporuke (negrijana stepeništa i sl.);
- ▶ Izračunati ukupnu zapreminu svih prostorija koje bi se trebale grijati prema;
- ▶ standardima (površine grijanih prostorija pomnožene njihovom neto visinom);
- ▶ Procijeniti tip zgrade/klasu gradnje;
- ▶ Izračunati prosječan broj ljudi u objektu tokom dana, pomnožiti ga sa toplotom metabolizma dobijenom od jedne osobe, a zatim podijeliti sa kondicioniranom površinom. Dobici toplote od ljudi u zavisnosti od aktivnosti dati su u aneksu 7;
- ▶ Podaci o prisustvu ljudi u objektu tokom radnih dana, subote i nedjelje, dobijeni od strane vlasnika zgrade/tehničkog osoblja;
- ▶ Podaci o broju sati rada sistema za grijanje tokom radnih dana, subote i nedjelje, dobijeni od strane vlasnika zgrade/tehničkog osoblja

ENSI



Grijanje

- ▶ Procijeniti vrijednost infiltracije;
- ▶ Izračunati vrijednosti za unutrašnju i "setback" temperaturu;
- ▶ Izračunati emisionu efikasnost pomoću ENSI alata za proračun ili procijeniti vrijednost iz tabele date u aneksu 7;
- ▶ Izračunati efikasnost razvodnog sistema pomoću ENSI alata za proračun ili procijeniti vrijednost iz tabele date u aneksu;
- ▶ Procijeniti efikasnost automatske regulacije iz tabele 7 date u aneksu;
- ▶ Procijeniti vrijednost efikasnosti TUZ/EM (tehnički menadžment zgrade/ energetski monitoring) iz tabele 7 date u aneksu;
- ▶ Izračunati efikasnost izvora toplote prema rezultatima izvršenih mjerenja ili procijeniti iz tabele 7 date u aneksu;

ENSI

ENSI

ENSI



Ventilacija (grijanje)

- ▶ Podaci o režimu rada sistema dobijeni od strane vlasnika zgrade/tehničkog osoblja. Izračunati ukupno sedmično vrijeme rada;
- ▶ Podatak o količini svježeg vazduha na osnovu izvršenih mjerenja ili podatak iz postojeće tehničke dokumentacije. Vrijednost količine vazduha podijeliti sa kondicioniranom površinom;
- ▶ Podatak o temperaturi ubacivanog vazduha na osnovu izvršenih mjerenja ili podatak iz postojeće tehničke dokumentacije;
- ▶ Izračunati vrijednost rekuperacije toplote na osnovu izmjerenih protoka i temperatura vazduha ili navesti podatak iz postojeće tehničke dokumentacije;
- ▶ Procijeniti emisionu efikasnost iz tabele date u aneksu 7;
- ▶ Procijeniti efikasnost razvodnog sistema iz tabele date u aneksu 7;
- ▶ Procijeniti efikasnost automatske regulacije iz tabele date u aneksu 7;
- ▶ Procijeniti uticaj ovlaživača na potrošnju energije;
- ▶ Procijeniti vrijednost efikasnosti TUZ/EM (tehnički menadžment zgrade/ energetski monitoring) iz tabele date u aneksu 7;
- ▶ Izračunati efikasnost izvora toplote prema rezultatima izvršenih mjerenja ili procijeniti iz tabele date u aneksu 7



Sanitarna topla voda (STV)

- ▶ Podatak o potrošnji sanitarne tople vode ukoliko nije moguće dobiti od strane vlasnika zgrade/tehničkog osoblja, izračunati na osnovu preporuka o procjeni potrebne količine vode za različite objekte u zavisnosti od njihove namjene, iz tabele u aneksu 7. Ovu vrijednost podijeliti sa kondicioniranom površinom;
- ▶ Podaci o temperaturama isporučene tople vode i hladne vode iz vodovodne mreže, dobijeni od strane vlasnika zgrade/tehničkog osoblja. Izračunati razliku ove dvije vrijednosti;
- ▶ Procijeniti efikasnost razvodnog sistema iz tabele date u aneksu 7;
- ▶ Procijeniti efikasnost automatske regulacije iz tabele date u aneksu;
- ▶ Procijeniti vrijednost efikasnosti TUZ/EM (tehnički menadžment zgrade/ energetski monitoring) iz tabele date u aneksu 7;

- ▶ Izračunati efikasnost izvora toplote prema rezultatima izvršenih mjerenja ili procijeniti iz tabele date u aneksu 7



Ventilatori i pumpe Osvjetljenje

- ▶ Podaci o režimu rada dobijeni od strane vlasnika zgrade/ tehničkog osoblja. Izračunati ukupno sedmično vrijeme rada (isto je kao i kod "Ventilacije");
 - ▶ Izračunati ukupnu snagu svih ventilatora dovodnog i odvodnog vazduha u ventilacionom sistemu. Ukupnu snagu podijeliti sa kondicioniranom površinom;
 - ▶ Izračunati ukupnu snagu svih pumpi u ventilacionom sistemu. Ukupnu snagu podijeliti sa kondicioniranom površinom;
 - ▶ Izračunati ukupnu snagu svih pumpi u sistemu grijanja. Ukupnu snagu podijeliti sa kondicioniranom površinom;
 - ▶ Izračunati godišnju potrošnju energije za rad pumpi i ventilatora u sistemu hlađenja (na osnovu podataka o njihovoj snazi, kao i podataka dobijenih od strane vlasnika zgrade/tehničkog osoblja o režimu rada sistema hlađenja). Ukupnu potrošnju energije podijeliti sa kondicioniranom površinom;
 - ▶ Procijeniti vrijednost efikasnosti TUZ/EM (tehnički menadžment zgrade/ energetski monitoring) iz tabele xxx date u aneksu
-
- ▶ Procijeniti ukupno sedmično vrijeme rada rasvjetnih tijela na osnovu podataka dobijenih od strane vlasnika zgrade/tehničkog osoblja (uzeti u obzir način korišćenja objekta);
 - ▶ Izračunati ukupnu snagu svih rasvjetnih tijela u objektu. Ukupnu snagu podijeliti sa kondicioniranom površinom



Razni potrošači

- ▶ Procijeniti ukupno sedmično vrijeme rada potrošača koji doprinose grijanju objekta na osnovu podataka o dobijenih od strane vlasnika zgrade/tehničkog osoblja;
- ▶ Izračunati ukupnu snagu svih potrošača koji doprinose grijanju objekta. Ukupnu snagu podijeliti sa kondicioniranom površinom;

- ▶ Procijeniti ukupno sedmično vrijeme rada potrošača koji ne doprinose grijanju objekta na osnovu podataka o dobijenih od strane vlasnika zgrade/tehničkog osoblja;
- ▶ Izračunati ukupnu snagu svih potrošača koji ne doprinose grijanju objekta. Ukupnu snagu podijeliti sa kondicioniranom površinom



Hlađenje Spoljni potrošači

- ▶ Izračunati godišnju potrošnju energije za rad sistema hlađenja (na osnovu podataka o snazi sistema, kao i podataka dobijenih od strane vlasnika zgrade/tehničkog osoblja o režimu rada sistema hlađenja). Ukupnu potrošnju energije podijeliti sa kondicioniranom površinom
-
- ▶ Izračunati godišnju potrošnju energije za rad svih spoljnih potrošača energije (na osnovu podataka o snazi potrošača, kao i podataka dobijenih od strane vlasnika zgrade/tehničkog osoblja o njihovom režimu rada). Ukupnu potrošnju energije podijeliti sa kondicioniranom površinom

/// Profitability software

- ▶ Opšti podaci
- ▶ Podaci o nominalnoj diskontnoj stopi su definisani ili od strane investitora ili, u slučaju finansiranja iz državnog/lokalnog budžeta, od strane državnih/lokalnih vlasti
- ▶ Podaci o stopi inflacije
- ▶ Podaci o cijenama izvora energije, dobijeni od distributera prisutnih na tržištu
- ▶ Podaci o mjerama

Procijeniti visinu investicija predloženih EE mjera. Procjena investicionih troškova za neke konkretne mjere EE data je u slijedećem poglavlju. Takođe, od koristi mogu biti i tabele date u aneksu 6.

- ▶ Na osnovu rezultata proračuna u EAB softveru dobijaju se uštede energije nakon primjene predloženih EE mjera
- ▶ Procijeniti godišnje troškove za eksploataciju i održavanje predloženih EE mjera
- ▶ Podaci o ekonomskom vijeku trajanja

ENSI

Obrada podataka u ENSI software-u

Korišćenje ENSI software-a je vrlo detaljno objašnjeno u priručniku "Energetska efikasnost zgrada: Metodologija energetskog pregleda i proračuna indikatora EE" u izdanju Univerziteta Crne Gore (Mašinski fakultet/Arhitektonski fakultet), tako da neće biti predmet ovog priručnika.

Izrada Izvještaja o izvršenom energetskom pregledu

Sadržaj, forma i uputstvo za izradu samog Izvještaja o energetskom pregledu je prikazano u priručniku "Energetska efikasnost zgrada: Metodologija energetskog pregleda i proračuna indikatora EE" u izdanju Univerziteta Crne Gore (Mašinski fakultet/Arhitektonski fakultet) i neće biti predmet ovog priručnika.

Tipične mjere za povećanje energetske efikasnosti

Mjera 1: Toplotna izolacija spoljašnjeg zida ili zida ka negrijanom prostoru

Osnovni korak za pravilan i jednostavan rad na pregledu jeste dobra podjela tipova zida. Ukoliko zid sastavljen od različitih slojeva ili različite debljine zida, svakako ih je potrebno razdvojiti u posebne tipove.

Korak 1: Utvrditi da li postoji bilo kakava termička zaštita spoljašnjeg zida

Toplotnu izolaciju spoljašnjeg zida ili zida ka negrijanom prostoru uvijek bi trebalo predložiti kao mjeru u slučajevima kada ne postoji nikakva termička zaštita.

Korak 2: Prepoznati specifične detalje na fasadi

Ovo se odnosi na detalje spoja oluka i zida, detalja oko otvora, nadstrešnica, terasa ili drugih elemenata koji izlaze iz površine zida, zatim na postojanje natkrivenih prolaza i sl. Cilj ovog koraka je da se kasnije u opisima mjera navedu tretmani ovih pozicija bilo da je u pitanju način postavljanja toplotne izolacije ili redukovanje njene debljine i sl.

Korak 3: Odabir materijala i debljine termoizolacije, vrste fasada i načina postavljanja

Toplotna izolacija spoljašnjeg zida uglavnom podrazumijeva dodavanje termoizolacionog sloja sa **spoljašnje strane zida**, samo u posebnim slučajevima sa unutrašnje strane, i to kod objekata koji imaju arhitektonski i istorijski značaj pri čemu bi ugradnja termoizolacije spolja narušila njihove autentične stilske vrijednosti i sl.

Ugradnja termoizolacije sa **unutrašnje strane zida**, nepovoljna je sa stanovišta građevinske fizike, ali i sa finansijskog aspekta jer je potrebno dodatno riješiti problem difuzije vodene pare, ispuniti strožije protivpožarne zahtjeve, pojavljuje se gubitak korisnog

prostora i sl. Takođe, postavljanjem termoizolacije sa unutrašnje strane zida gubimo termalnu masu koju ima zid i koja je dobra za dodatno zadržavanje toplote nakon zagrijavanja prostorije. Spoljašnji zid na taj način postaje hladniji jer, umjesto da je zaštićen ka hladnijoj strani on ostaje toplotno nezaštićen i samim tim pada nivo temperature u njemu. Zbog toga posebnu pažnju treba posvetiti izradi parne brane kako bi se izbjeglo nastajanje kondenzacije i pojava buđi.

Karakteristike ugradnje termoizolacije sa unutrašnje strane spoljašnjeg zida:

- ▶ Izvodljivo na novim ili postojećim zgradama
- ▶ Smanjenje unutrašnjeg prostora
- ▶ Problematično zbog ugradnog namještaja, zidnih ukrasa, utičnica, štekera i sl.
- ▶ Nizak toplotni kapacitet i inercija, ali brzo zagrijavanje i hlađenje prostora
- ▶ Toplotni mostovi nijesu izbjegnuti

Potrebno je naglasiti da su najveći gubici toplote kroz **prozore i spoljašnji zid**, te da se već njihovom sanacijom postižu velike uštede. Sanacija krova iznad grijanog prostora, odnosno plafona zadnje etaže prema negrijanom tavanu, takođe znatno smanjuje toplotne gubitke. Sanacija poda prema tlu vrlo često nije ekonomski opravdana, zbog relativno malog smanjenja ukupnih toplotnih gubitaka u odnosu na veliku investiciju koja je potrebna za takvu sanaciju.

Napomena: Ne treba zaboraviti da je potrebno da se, prilikom ugradnje termoizolacije sa unutrašnje strane, izoluju i dijelovi pregradnog zida u dijelu gde se spajaju sa spoljašnjim zidom.

Postoje dva načina ugradnje termoizolacije sa spoljašnje strane zida i to kao: **kompaktna neventilisana** fasada i **ventilisana** fasada. Kompaktna neventilisana fasada (tzv. kompaktna fasada, poznata i kao "demit" fasada) koju karakteriše "lijepljenje" završnog zaštitnog

sloja za termoizolaciju. U zavisnosti od maltera mogu biti tankoslojne i debeloslojne. Kod ventilisane fasade se posljednji, završni sloj pričvršćuje odgovarajućom potkonstrukcijom, za nosivi dio zida, tako da između zaštitne oboge i termoizolacije postoji sloj vazduha koji služi kao sloj za ventilaciju čitave fasade. Prednost ovog tipa fasade je da vazduh koji cirkuliše omogućava isušivanje suvišne vlage iz zida i dodatno pospješuje hlađenje ljeti. Zimi ima nepovoljniji efekat jer cirkulacija vazduha može dodatno da rashlađuje zidove.

Način ugradnje kompaktne fasade

Kompaktna fasada se izvodi tako što se termoizolacija lijepi za podlogu polimernocementnim ljepilom i/ili se postavlja mehaničkim pričvršćivačima. Ploče izolacije se postavljaju sa horizontalnim smicanjem u odnosu na prethodni red dok je uglove i ivice oko otvora potrebno posebno ojačati mrežicom. Izrada cjelokupne površine i detalja mora da bude pažljivo izvedena. Nakon termoizolacije postavlja se polimerno-cementni ljepak u koji se utiskuje tekstilno-staklena mrežica (alkalno otporna) i ponovo se premazuje polimerno-cementnim lijepkom. Nakon sušenja nanosi se impregnirajući premaz kako bi se ujednačila upojnost površine.

Kao završni sloj za tankoslojni sistem koriste se silikatni, silikonski, silikonskosilikatni ili akrilatni završni sloj minimalne veličine zrna 1,5 mm u 2 nanošenja.

Kod debeloslojnog sistema koristi se mineralni malter debljine 15 mm i završno dekorativni sloj debljine do 5 mm. Potrebno je nanijeti cementni špric kao vezivni sloj između termoizolacionog materijala i laganog mineralnog maltera. Industrija građevinskih materijala nudi mnogo varijanti kompletnih sistema ova dva načina termoizolacije zidova, pri čemu za oba rješenja debljina termoizolacionog sloja ne bi trebala biti manja od 10 do 12 cm, čime bi se vrijednost koeficijenta prolaska toplote U zida smanjila na od cca 0,25 do 0,35 W/m²K.

Odabir vrste i debljine termoizolacionog materijala

Na izbor vrste termoizolacije utiču isti faktori kao i kod svakog drugog građevinskog materijala: lokalni mikro i makro klimatski uslovi, tradicionalna rješenja i popularnost proizvoda, željeni nivo komfora,

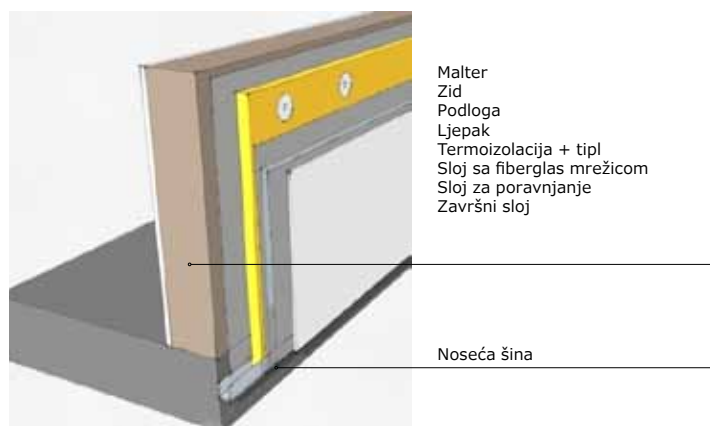
specifični zahtjevi, i naravno – cijena koju je investitor spreman da plati. Ipak, svakako je najvažnije da proizvod ispuni projektom predviđen zadatak, što u savremenom građenju podrazumijeva nešto širu listu zahtjeva:

- ▶ **niska termoprovodljivost** – osnovna osobina termomaterijala
- ▶ **niska apsorpcija vode i vlage** – s obzirom da je voda bolji provodnik nego vazduh, materijal natopljen vodom propušta znatno više toplote/hladnoće nego suv pa proizvođači koriste hidrofobe koji umanjuju apsorpciju
- ▶ **paropropusnost** – jedna od izuzetno važnih osobina zahvaljujući kojoj se izbjegava sakupljanje vlage u višeslojnoj fasadnoj konstrukciji, i samim tim, pad termičkog otpora (paropropusnost slojeva treba da raste u pravcu od tople ka hladnoj strani zida, tj. od unutrašnje ka spoljašnjoj)
- ▶ **vatrootpornost** – izuzetno važan činilac u savremenim objektima, pa negorivost termoizolacije predstavlja jedan od osnovnih zahtjeva kupca.

Za dobar odabir materijala za termičku zaštitu neophodno je dobro poznavanje njihovih svojstava. Nažalost, naše tržište ne donosi dovoljan izbor vrsta ovih materijala, ali svakako treba obratiti pažnju da se preporučuje ugradnja termozolacionih materijala dostupnih na našem tržištu.

Toplotni gubici kroz građevinski element zavise od slojeva tog elementa, pozicije u odnosu na strane svijeta i koeficijentu toplotne provodljivosti.

Slika 13: Primjer toplotne izolacije spoljašnjeg zida "demit" fasadom

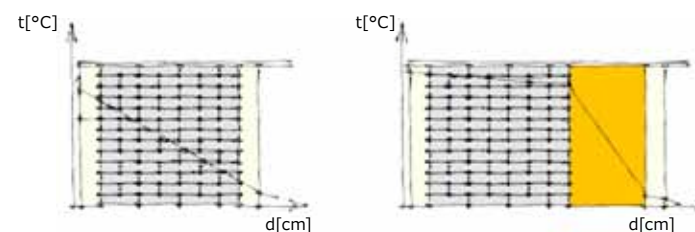


TEORIJA

Koeficijent toplotne provodljivosti λ [W/mK] je količina toplote koja prođe u jedinici vremena kroz sloj materijala površine $1 m^2$, debljine $1 m$ kod razlike temperature od $1 K$.

Koeficijent prolaska toplote U je količina toplote koju građevinski elemenat gubi u 1 sekundi po m^2 površine kod razlike temperature od $1 K$, izraženo u W/m^2K .

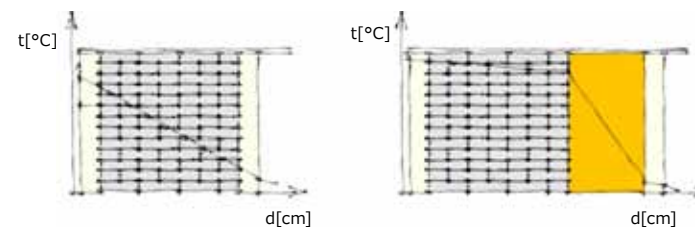
Vrijednost λ različita je za različite materijale, a zavisi od gustine, veličine i povezanosti pora i vlažnosti materijala. Bolju toplotnu izolaciju postizemo ugradnjom materijala niske toplotne provodljivosti. Toplotni otpor materijala povećava se u odnosu na debljinu materijala.



Slika 14: Krive izolovanog i neizolovanog zida od opeke

U slučaju neizolovanog zida od šuplje opeke debljine $19 cm$
 $U=1,67[W/m^2K]$, toplotni gubici iznose okvirno $134 kWh/m^2$ zida

U slučaju izolacije zida od opeke $19 cm$ sa $10 cm$ kamene vune
 $U=0,32[W/m^2K]$, toplotni gubici iznose okvirno $26 kWh/m^2$ zida



Slika 15: Krive izolovanog i neizolovanog betonskog zida

Temperaturne krive za neizolovani i izolovani zid od armiranog betona

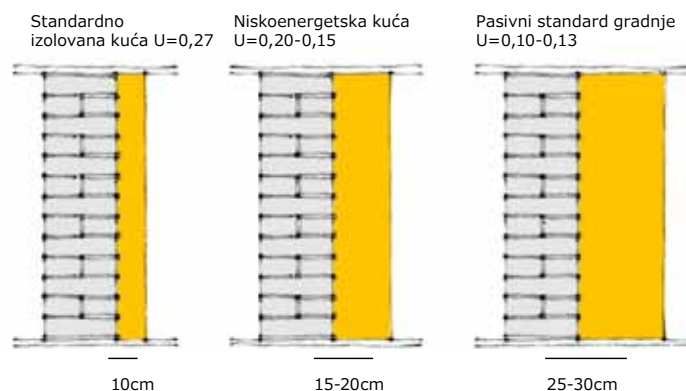
U slučaju neizolovanog AB zida debljine $20 cm$
 $U=3,20[W/m^2K]$, toplotni gubici iznose okvirno $256 kWh/m^2$ zida

U slučaju izolacije AB zida sa $10 cm$ kamene vune
 $U=0,35[W/m^2K]$, toplinski gubici iznose okvirno $28 kWh/m^2$ zida

Koeficijent U je bitna karakteristika spoljašnjih elemenata konstrukcije i važan je u analizi ukupnih toplotnih gubitaka [kWh/m²], a time i potrošnji energije za grijanje.

Što je koeficijent prolaska toplote manji, to je toplotna zaštita objekta bolja.

Slika 16: Poređenje U vrijednosti za isti zid, različitih debljina



Pri izboru materijala za toplotnu zaštitu treba osim toplotne provodljivosti uzeti u obzir i druge karakteristike materijala kao što su požarna otpornost, faktor otpora difuziji vodene pare, stišljivost, trajnost, otpornost na vlagu i drugo. Takođe je važan i način proizvodnje materijala, korišćenje energije u njegovoj proizvodnji kao i cijena. Na izbor materijala utiče i vrsta konstrukcije u koju ga ugrađujemo, tako da nije isto da li se radi o izolaciji poda, podrumskog zida, nadzemnog zida, ravnog ili kosog krova.

Osnovna podjela toplotno izolacionih materijala je na neorganske i organske materijale. Najpoznatiji predstavnik neorganskih izolacija je kamena i staklena vuna, a organskih materijala polistiren - ekspanzirani i ekstrudirani, te poliuretan, odnosno poliuretanska pjena.

Mineralna vuna - kamena i staklena, dobar je toplotni izolator sa toplotnom provodljivošću između $\lambda = 0,035$ i $0,045$ W/mK, što je uvrštava među najbolje toplotne izolatore. To je izolacioni materijal mineralnog porijekla za toplotnu, zvučnu i protivpožarnu izolaciju. Takođe, mineralna vuna ima visoku otpornost na požar, paropropusna je, i djelimično vodootporna. Otporna je na starenje

i raspadanje, te na mikroorganizme i insekte. Koristi se u svim spoljnim konstrukcijama za toplotnu zaštitu, te u pregradnim zidovima za zvučnu zaštitu. Jedino mjesto gdje se ne preporučuje je za izolaciju podrumskih zidova pod zemljom.

Osim kamene i staklene vune, na našem tržištu najviše se koristi polistiren ili stiropor. Stiropor je zapravo naziv prvog proizvedenog polistirena u Njemačkoj 1954. godine. Naziv "stiropor" postao je sinonim za ekspanzirani polistiren, EPS. Zbog dobrih izolacionih svojstava $\lambda = 0,035 - 0,040$ W/mK, te niske cijene i jednostavne ugradnje, danas je to jedan od najpopularnijih izolacionih materijala. Koristi se najviše kao toplotna zaštita u svim spoljnim konstrukcijama, te kao plivajući pod u podnim međuspratnim konstrukcijama. Ima znatno slabija protivpožarna svojstva od kamene vune, a nije otporan na temperature više od 80°C.

Za toplotnu zaštitu podrumskih zidova često se koristi ekstrudirani polistiren XPS (poznatiji kao "stirodur"). XPS je najčešće obojen u plavo ili ružičasto, za razliku od bijelog ekspaniranog polistirena EPS. Poliuretanska pjena takođe se dosta koristi, naročito pri sanacijama krovova. Ima još bolja toplotno izolaciona svojstva pa λ iznosi između 0,020 i 0,035 W/mK. Ima dobra svojstva na vlagu i temperaturne promjene. Međutim, znatno je skuplja od prva dva navedena materijala, te zbog toga nije u široj primjeni. Na tržištu se polako pojavljuju i drugi izolacioni materijali kao što su celuloza, glina, perlit, vermikulit, trstika, lan, slama, ovčja vuna i drugi. Imaju nešto slabija izolaciona svojstva, pa su potrebne veće debljine. Ovi materijali se u svijetu koriste lokalno, prema porijeklu i izvoru sirovine za proizvodnju. Za pravilan izbor materijala za toplotnu izolaciju potrebno je dobro poznavati njegova fizičko-hemijska svojstva, te prednosti i mane primjene.

Tabela 2: Usporedna
analiza toplotne
provodljivosti,
faktora difuzije
vodene pare i
relativnih troškova
za ugradnju za
projektovanu U
vrijednost 0.35 W/
m²K / Izvor
Energetski Institut
Hrvoje Požar EIHP/

Termoizolacioni materijal	Gustina ρ [kg/m³]	Toplotna provodljivost λ [W/m K]	Potrebna debljina (cm) za $U=0,35$ [W/m²K]	Faktor otpora difuzije vodene pare μ	Relativni trošak za $U=0,35$ [W/m²K]
mineralna vuna (MW)	10-200	0.035-0.050	9-11	1	1
ekspandirani polistiren (EPS) "stiropor"	15-30	0.035-0.040	9-10	60	0.80
ekstrudirana polistirenska pjena (XPS) "stirodur"	25	0.030-0.040	8-10	150	2.5
tvrdi polistirenska pjena (PUR)	30	0.020-0.040	7-9	60	5-8
drvena vuna (WW)	360-460	0.065-0.09	16-20	3/5	4-6
ekspandirani perlit (EPB)	140-240	0.04-0.065	10-16	5	1.5-2.0
ekspandirana pluta (ICB)	80-500	0.045-0.055	11-14	5/10	2.0-3.0
ovčija vuna	15-60	0.040	10-11	1-2	-
slama	-	0.09-0.13	20-35	-	-

U ovoj tabeli dajemo pregled termoizolacionih materijala sa njihovim osnovnim karakteristikama kao što je U vrijednost toplotne provodljivosti, faktor otpora difuzije vodene pare, kao i komparativna analiza relativnih troškova za njihovu ugradnju na primjeru zida ciljane U-vrijednosti 0.35 W/m²K.

Analizirani podaci u Tabeli 3 se odnose na toplotnu izolaciju spoljašnjeg zida. Da bismo postigli navedenu vrijednost U za to nam je potrebno prosječno 10 cm kamene vune ili 9 cm polistirena, u zavisnosti od vrijednosti toplotne provodljivosti materijala. Za istu vrijednost biće nam potrebno cca 16-20 cm debljine izolacije od drvene vune ili 7-9 cm poliuretanske izolacije. Ako upoređujemo cijene materijala na tržištu i pretpostavimo da je cijena kamene vune 1, onda je polistirenska izolacija EPS nešto jeftinija, odnosno 0,80, a ekstrudirani polistiren XPS, 2,5 puta skuplji. Poliuretanska

pjena ima faktor cijene 5-8, a npr. drvena vuna 4-6. Stvarna cijena termoizolacionih materijala zavisi od njihovih karakteristika, debljine i načina primjene.

Da bi preporučena termička zaštita zaista ispunila planirane koeficijente i planirani vijek trajanja neophodno je na pravilan način sprovesti njenu ugradnju.

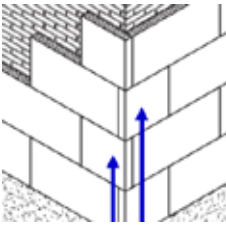
faze	opis
Uklanjanje posebnih prepreka na fasadi	Kablovi, cijevi, tende, svjetiljke i drugi elementi moraju biti uklonjeni i ponovo montirani nakon završetka radova
Priprema zida	Skoro uvijek je potrebno postavljanje skele; nakon toga se vrši provjera površine zida da bi se pristupilo korekcijama i popravkama oštećenja i neravnina
Ugradnja donje noseće šine	Ovaj korak je značajan jer se putem ove šine dobija podrška za nošenje prvih redova termoizolacije, a ujedno se njenom nivelacijom reguliše nivelacija kompletne površine termoizolacije
Izolacija uglova	Varijanta 1: Postavljaju se posebni elementi za izolaciju uglova objekta (takođe od izolacionog materijala) i to tako što se prvo postavljaju elementi od noseće šine ka gore.  Varijanta 2: Izolacija uglova standardnim tablama termoizolacije. Kao početna tačka uvijek se koristi noseća šina (dno) i to tako da se prvo postavljaju table na uglovima. Vertikalni spojevi tabli u dva reda ne smeju da se poklope.
Postavljanje tabli termoizolacije	 Varijanta 1: Raspoređivanje lijepka na krajevima i u sredini izolacione table (omogućava bolje poravnavanje) Varijanta 2: Raspoređivanje lijepka po čitavoj površini izolacione table (samo u slučaju kada se postavlja na potpuno ravne zidove).
Postavljanje izolacije oko otvora	Ponekad se unutrašnja strana ugla otvora za prozor ili vrata ne izoluje, i to u slučaju kada dimenzije okvira ugrađenog prozora to ne dozvoljavaju.

Tabela 3: Faze
postavljanja
termoizolacije /
Izvor: prezentacija
"Energetska
efikasnost zgrada
(omotač zgrade-
građevinske
tehnike"-Ministarstvo
ekonomije / Sektor
za energetske
efikasnost, autor
prezentacije Exergia,
Grčka/

Mehaničko
pričvršćivanje izolacije
sa tiplovima



Rupe za tiple moraju
biti pravilno izbušene.
Nakon postavljanja
tipli, sve moraju biti
pokrivene

Glačanje površine i
završna dorada

Glačanjem površine postavljenih tabli termoizolacije postiže se da površina bude ravna i pogodna za postavljanje završnog sloja. Potrebno je popuniti sve procepe između tabli izolacije. Na kraju se postavlja završni sloj maltera sa ugrađenom fiberglas mrežicom i nakon toga se vrši završno glačanje. I u ovom procesu posebno obratiti pažnju na uglove objekata i oko otvora i njihovo dodatno ojačanje fiberglas mrežicom.

Završni sloj i radovi

Prije postavljanja završnog sloja, potrebno je izbrusiti površinu zida i tek nakon toga nanositi završni sloj. Ovaj sloj je dostupan u željenim bojama i nema potrebe za dodatnim nanosom boje. Poslednji korak je ravnjanje završnog sloja. Na kraju se pristupa vraćanju svih skinutih elemenata sa fasade.

/// Opis postojećeg stanja

U opisu postojećeg stanja spoljašnjih zidova objekta potrebno je opisati sljedeće:

- Prepoznati sve tipove spoljašnjeg zida u zavisnosti od slojeva i opisati ih (moguće je u procentima izraziti zastupljenost određenih tipova u zavisnosti od orijentacije fasade), navesti debljine svakog sloja, kao i ukupnu debljinu zida;
- Tipove zida vezati za orijentaciju fasade;
- Opis stanja u kom se spoljašnji zidovi nalaze;
- U vrijednost svih tipova zida i prosječnu U vrijednost;
- Navesti i opisati eventualna oštećenja na fasadi;
- Spomenuti sve specifične detalje i elemente kao što su razne nadstrešnice, balkoni, erkeri i sl.

/// Opis mjere

Ovaj dio treba da sadrži:

- Naznaku da li se radi o postavljanju termoizolacije sa spoljašnje ili unutrašnje strane spoljašnjeg zida;
- Vrstu materijala toplotne zaštite i njegovu debljinu, kao i kratak opis osnovnih karakteristika tog materijala sa pripadajućim koeficijentom toplotne provodljivosti λ ;
- Naznaku da bi odabrani sistem termičke zaštite trebalo da ima European Technical Approval (ETA) according to ETAG 004 (European Technical Approval Guideline 004);
- Opis karakteristika ugradnje koji su detaljnije navedeni u Tabeli 3, naglasiti da se prilikom ugradnje sistema termičke zaštite vodi računa o preporukama proizvođača odabranog materijala;
- Opis završne obrade fasada, sa zahtijevanim karakteristikama kao što je vodonepropusnost i sl., i sa naznakom kako se biraju boje itd.;
- Tipski detalj fasade, a ukoliko auditor procijeni da je potrebno, dati i neke specifične detalje;
- Naglasiti da je neophodno popraviti sva zatečena oštećenja na fasadi i opisati ih;
- Spomenuti vraćanje svih elemenata koji su za potrebe ugradnje termoizolacije bili demontirani

Takođe, posebno obratiti pažnju na sljedeće detalje i naglasiti ih u opisu mjera:

	Mogući problemi	Moguća rješenja i napomene
Spoj krova i zidova	Ovaj detalj najčešće predstavlja mjesto toplotnog mosta i potrebno ga je dobro izolovati, ali dodatni problem je složenost spoja vertikalne i kose ravni, postojanje oluka i sl. što otežava postavljanje i pravilan završetak površine zida pod termoizolacijom	Omogućiti da ne dođe do prekida termoizolacije (pogledati sliku 22).
Unutrašnji dio okvira prozora	Debljina izolacije zida šira od okvira prozora i ugrožava njegovu funkcionisanje	Smanjenje debljine ili u najgorem slučaju ne postavljanje termoizolacije

Tabela 4: Detalji na koje je potrebno posebno obratiti pažnju prilikom ugradnje termoizolacije

Cokla	Ovaj deo zida je posebno podložan oštećenima jer je u zoni gde je su moguća fizička oštećenja.	U dijelu zida koji je pri terenu na visini od recimo do 1-7-2,0 m trebalo bi predložiti postavljanje izolacije koja je "tvrđa", odnosno otpornija na udarce i oštećenja.
Ivice	Sve ivice objekta su posebno osjetljiva mjesta za oštećenje i neophodno ih je posebno ojačati i obezbijediti da su prave i oštre da se ne narušava vizuelni element površine zida	Ugradnja „L“ profila - lajsni i dodatna ojačanja fiberglas mrežicama prilikom glačanja zida.
Posebni stilski detalji na fasadi	Nemogućnost ugradnje termoizolacije zbog čega se dolazi u situaciju potencijalnog gubljenja tih elemenata	Važno je uvijek pronaći rješenje koje će obezbijediti minimalno zahtijevani nivo termičke zaštite ali vodeći računa da se nikada ne naruše izvorne stilske i druge vrijednosti samog objekta
Oluci	U slučaju da su ležeći horizontalni oluci javlja se hladni most i potrebno je naći rješenja da se izoluje. Takođe, problem predstavljaju vertikalne olučne cijevi koje moraju biti demontirane i vraćene nakon ugradnje termoizolacije sada pod drugačijim uglom spoja sa horizontalnim olukom	U zavisnosti od samog objekta potrebno je dodatnu pažnju posvetiti ovom detalju jer je on kritičan i sa stanovišta termičke zaštite, ali i sa aspekta zaštite objekta od prodiranja atmosferskih voda ili oštećenja zida
Opšivi solbanaka i atika krova	Nedovoljna širina limenih opšiva na krovu i solbanka na prozorima nakon ugradnje spoljasnje izolacije	Potrebno je preporučiti ugradnju novih limenih opšivki i uračunati u cijenu koštanja

/// Procjena investicije

Procjena investicije zavisi od vrste i debljine izolacije koja se predlaže u mjeri, trenutne ponude i cijene materijala za izolaciju na tržištu, cijene rada za ugradnju izolacije, kao i dodatnih radova (demontaža i montaža elemenata na fasadi,...) i opreme koji su potrebni da bi se ova mjera uspešno sprovela.

/// Potencijali ušteta

15%-25%

/// Vrijeme povrata investicije

Vrijeme povrata investicije za ovu mjeru nije jednostavno unaprijed utvrditi jer ono zavisi od niza parametara kao što su vrsta i debljina spoljašnjeg zida, sistema grijanja i vrste energenta, zatim cijena energenata na tržištu i slično.

PRIMJER

Mjera	Ekstrudirani polistiren (XPS) "stirodur" d=8,0cm [€/m ²]
Prizemni objekat	30.00
Objekat sa 2 etaže	35.00
Objekat sa 3 ili 4 etaže	40.00

U cijenu uračunato: deinstalacija i montaža oluka, sanacija fasade (uklanjanje oštećenja maltera i sl.). Ukupni investicioni troškovi za zidove povećani su paušalno u iznosu od 10% od ukupne relevantne investicije u cilju da se pokriju troškovi instalacije tvrdog izolacionog materijala u donjem dijelu zgrade. Ovo je procjena investicija korištenih prilikom izrade Detaljnih energetskih pregleda u okviru projekta Program energetske efikasnosti u javnim zgradama (EEPPB) u periodu 2012-2014 koje je sprovodilo Ministarstvo ekonomije, Sektor za energetske efikasnost.

/// Životni vijek mjere

20 godina

Relevantni parametri u softveru su vrijednosti koeficijenta prolaza toplote zida, U, i infiltracije, koje se izračunavaju/procjenjuju za dati spoljasnji zid prije i nakon primjene mjere

Toplotni mostovi (poznati i kao “hladni” mostovi)

Toplotna zaštita objekta mora biti riješena kontinuirano po spoljašnjem omotaču tako da nema prekida, smanjujući negativne uticaje hladnih mostova.

Toplotni mostovi se uvijek pojavljuju u konstruktivnim djelovima omotača objekta, i njihov uticaj na komfor, trajnost i stabilnost konstrukcije je potrebno smanjiti pravilnim projektovanjem i izvođenjem specifičnih djelova omotača.

Uvažavanjem ovih kriterijuma ostvaruje se potrebni kontinuitet termoizolacije koji je po završetku izgradnje moguće dodatno provjeriti termografskim snimanjem.

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

U zavisnosti od uzroka povećane toplotne propustljivosti, razlikujemo dvije vrste hladnih mostova:

- ▶ **konstruktivni hladni mostovi** – nastaju kod kombinacija različitih vrsta materijala;
- ▶ **geometrijski toplotni mostovi** – nastaju usljed promjene oblika konstrukcije, npr. uglovi zgrade.

U praksi su vrlo česte upravo kombinacije obje vrste hladnih mostova. Posljedice hladnih mostova su:

- ▶ povećanje toplotnih gubitaka;
- ▶ promjene unutrašnje površinske temperature zida;
- ▶ smanjenje komfora boravka u prostoriji;
- ▶ opasnost pojave buđi;
- ▶ ugrožavanje strukture zidova

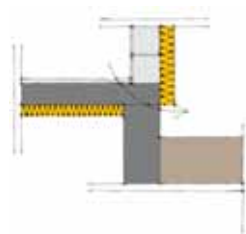
Kondenzovana vlaga, prisutna tokom dužeg vremenskog perioda, može da dovede do oštećenja građevina.

Naravno, najbolji način sprečavanja hladnih mostova jeste postavljanje termoizolacije sa spoljašnje strane zida. Izgraditi objekat bez hladnih mostova gotovo je nemoguće, ali uz pravilno projektovanje i izvođenje detalja termoizolacije omotača objekta negativan uticaj hladnih mostova skoro je moguće smanjiti na minimum.

Potencijalna mjesta hladnih mostova su konzolni ispust balkona, ispusti streha krovova, spojevi konstrukcija, spojevi zida i prozora, kutije za roletnu, niše za radijatore, temelji i drugo. Zato na njih, pri rješavanju konstruktivnih detalja, treba obratiti posebnu pažnju. Preporučuje se da se ovi navedeni detalji razrade što detaljnije.

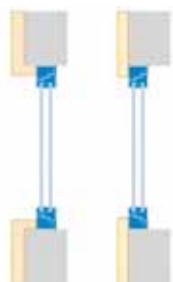
Vrlo efikasan način otkrivanja hladnih mostova predstavlja snimanje **infracrvenom kamerom** gdje se jasno vide područja i zone gdje dolazi do pretjeranog gubljenja toplote.

Temelj, sokla. Ukoliko nije predviđen podrum, ili ukoliko se podrum u potpunosti nalazi iznad zemlje, trebalo bi ispod ploče temelja postaviti izolacionu ploču koja ne propušta vodu. Izolacija sokle sprečava da se hladan spoljni vazduh preko podrumске tavanice i zidova uvuče u građevinu.



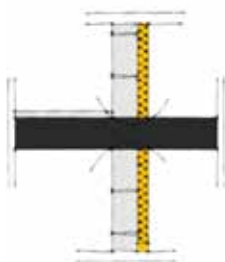
Slika 17: Moguća pojava toplotnog mosta na dijelu sokle

Spoljni zidovi. Niše koje su predviđene za grejna tijela trebalo bi naknadno izolovati. Ivice građevine stvaraju veće spoljne površine koje isijavaju toplotu od unutrašnjih površina koje primaju toplotu. Na taj način se kod loše izolovanih građevina na rubovima javljaju značajno niže površinske temperature. Kod unutrašnje termoizolacije toplotni mostovi nastaju prije svega na spojevima

Slika 18: Detalj
pravilnog postavljanja
toplotne izolacije uz
okvir prozora

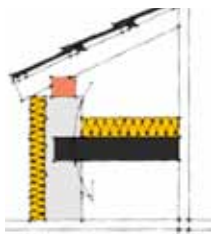
Prozori, spoljna vrata. Za serklaže (nadvoje) se iz statičkih razloga najčešće koristi armirani beton sa lošijom toplotnom izolacijom od one koja se nalazi na spoljnim zidovima. Stoga bi njih u svakom slučaju trebalo dodatno izolovati. Kutije za roletne se moraju u cjelini dobro izolovati kako bi se izbjegao nastanak toplotnog mosta. Obavezno treba voditi računa o toplotnoj izolaciji ispusta prozora, kao i o njihovoj egzaktnoj ugradnji.

Spoljna vrata i vrata koja vode do soba koje se ne griju treba sa svih strana dobro izolovati.

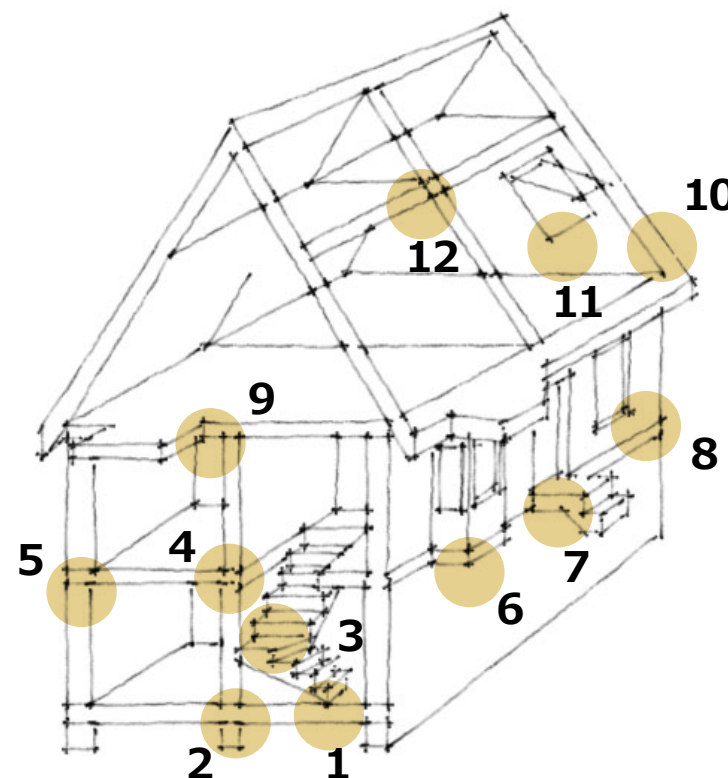
Slika 19: Prikaz
toplotnog mosta na
dijelu spoja konzolne
ploče (balkon) i
međuspratne
konstrukcije

Tavanica. Pošto beton posjeduje lošije termoizolacione karakteristike, spojeve tavanice treba obavezno dobro izolovati. Sa spoljne strane je neophodno postavljanje izolacione rešetke. Kod izolovanja tavanice na posljednjem spratu treba voditi računa o tome da se izolacija ne završi gredi zida, već da se prevuče preko nje.

Balkon. Kod isturenih balkonskih ploča se teško može spriječiti nastanak toplotnih mostova. Balkonsku ploču bi naime u potpunosti trebalo obložiti toplotnom izolacijom. Dobro rješenje u ovom slučaju predstavlja potpuno termičko razdvajanje balkona na posve novoj nosećoj konstrukciji.

Slika 20: Detalj
toplotnog mosta na
dijelu međuspratne
konstrukcije ka
negrejanom tavanu

Krov. Kod ravnih krovova je neophodno da atika (zid na čeonj strani) bude i spolja i iznutra dobro izolovana.

Slika 21:
Pozicije na objektu
najpodložnije za
pojavu hladnih
mostova
/Izvor: "Energetski
efikasna gradnja i
sanacija građevinskih
objekata"
Holzcluster/

1. Spoj podrumskih stepenica i ploče
2. Dodirna tačka zida stepeništa i podne ploče
3. Bočni spoj podrumskih stepenica sa zidom podruma
4. Spoj zida podruma sa tavanicom podruma i pregradnim zidom prema prizemlju
5. Spoj zida podruma sa tavanicom podruma i spoljnim zidom u prizemlju
6. Isturena podna ploča erkera
7. Istureni ulazni podest
8. Ivice prozora i prozorske daske
9. Istureni balkoni, nadstrešnice
10. Ozidani ispusti kao zaštita od vazduha spolja
11. Zaštita krovnog prozora od vazduha spolja
12. Unutrašnji zidovi koji se uzdižu do hladnog poda

Mjera 2: Toplotna izolacija krova

Termička izolacija krova je od velikog značaja ne samo sa aspekta termičke zaštite, već se izvođenjem ove mjere dodatne funkcije krova, kao što su zaštita od kiše i snijega, moraju zadržati na istom nivou ili unaprijediti u odnosu na zatečeno stanje. Ukupni toplotni gubici preko krova iznose **10-20%** od ukupnih toplotnih gubitaka cijelog objekta.

Toplotna izolacija krova, kao i spoljnih zidova, ima funkciju da zimi smanjuje toplotne gubitke, a ljeti spriječi pregrijavanje prostora neposredno ispod krovne konstrukcije.

Materijali za termoizolaciju krovova

Za toplotnu izolaciju kosih krovova treba koristiti nezapaljive i paropropusne termoizolacione materijale, kao što je mineralna vuna. Pored klasičnih materijala za izolaciju kosih krovova, posebno hala različite namjene, pogodni su i sendvič paneli punjeni poliuretanom (Polyurethane Sandwich Panels). Posebno obratiti pažnju da se u slučaju kada je krov prohodan uzme u obzir i čvrstoća toplotne zaštite, tako da može da podnese i takvu vrstu pokretnog opterećenja.

Obratiti pažnju na hladni most u dijelu spoja krova i fasade, kako bi se on izbjegao.

Ukoliko prostor ispod kosog krova nije namijenjen za korišćenje, odnosno nije prostor koji se grije, tada je potrebno toplotnu izolaciju krova postaviti na spoljašnju, gornju stranu posljednje međuspratne tavanice prema negrijanom prostoru.

Preporučena debljina termoizolacije krova najčešće je veća od preporučenih debljina izolacije za zidove, i, u zavisnosti od klimatske zone, iznosi 16-20 cm, u zavisnosti od materijala.

U zavisnosti od vrste krovne konstrukcije i vrste krova bira se način postavljanja termoizolacije.

U slučaju da je krov kos, a konstrukcija drvena, najbolje je postaviti termoizolaciju u dva sloja, tako da jedan bude između rogova, a drugi ispod njih, kako bi se spriječili hladni mostovi. Donji sloj termoizolacije ispod rogova štiti se gipskartonskim pločama ili drvenom letvicama ("lamperijom"). Kada su u pitanju ravni krovovi, oni su izloženiji atmosferskim uticajima i zato je veoma važno da izolacija bude dobro izvedena, odnosno da postavljanje bude dobro i detaljno objašnjeno, kao i specifični detalji kao što su slivnici ili pad. Ravan krov je, u njegovom završnom sloju moguće rješavati kao prohodni, neprohodni i tzv. "zeleni" krov.

Zeleni krov

Ukoliko se odabere da ravan krov bude riješen kao "zeleni" neophodno je obezbijediti dovoljan sloj zemlje za biljke, zatim spriječiti prodor korijenja koje bi moglo da ošteti hidroizolaciju, kao i dobro riješiti drenažu atmosferske vode i spriječiti prodor vode ili vlage do termoizolacije.

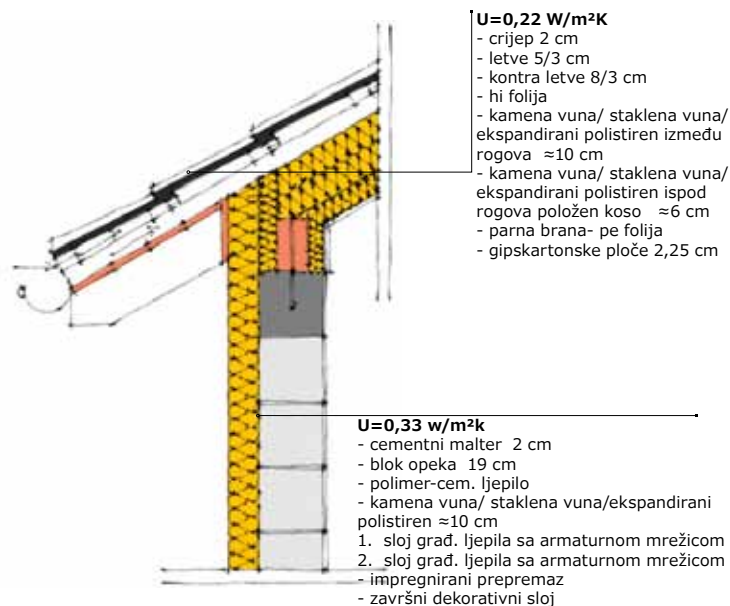
Ozelenjeni krov dobro zadržava toplotu, akumulira je u slojevima zemlje i na taj način ostvaruje stalnu temperaturu završnog sloja, kako ljeti tako i zimi. I kosi krov takođe može da bude rješavan kao „zeleni“, ali treba obratiti pažnju na dozvoljene nagibe krova i sl.

/// Opis postojećeg stanja

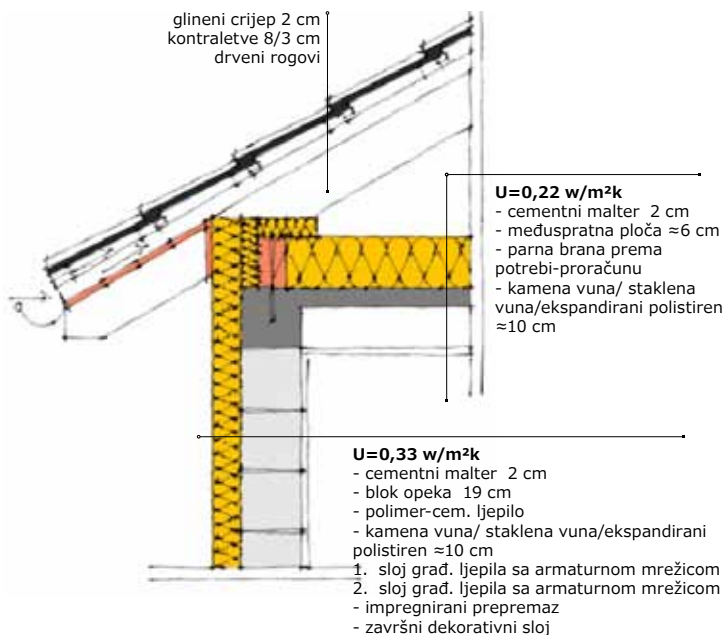
Opis postojećeg stanja za mjeru toplotne izolacije krova, ravnog ili kosog, trebalo bi da sadrži:

- ▶ Vrstu krova, ravan ili kosi i njihovo jasno razdvajanje u opisu;
- ▶ Opis stanja u kojem se krov nalazi;
- ▶ Navesti da li postoji termoizolacija na krovu; ako postoji, navesti koja je vrsta i koje debljine;
- ▶ Opis slojeva krova sa navedenim debljinama za svaki sloj;
- ▶ Opis specifičnih detalja, slivnika, nadzidaka, oluka, dimnjaka i sl.;
- ▶ Opis nekih oštećenja ukoliko postoje;
- ▶ Podatak da li je krov prohodan ili ne

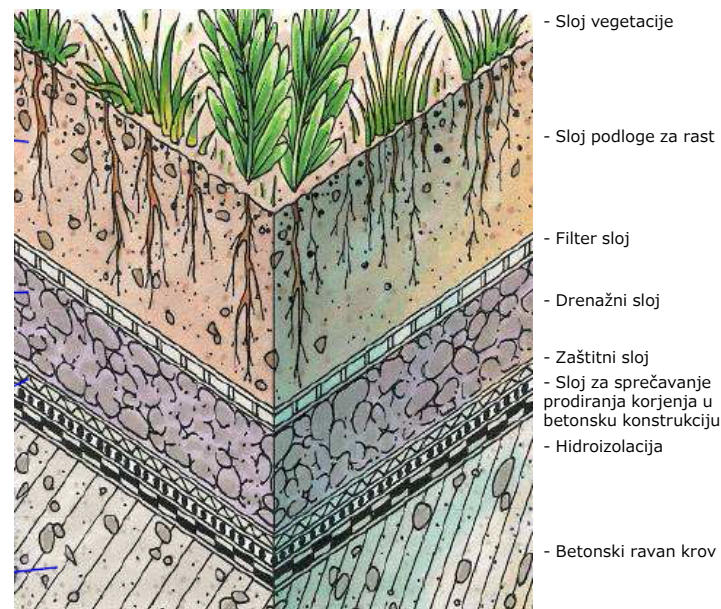
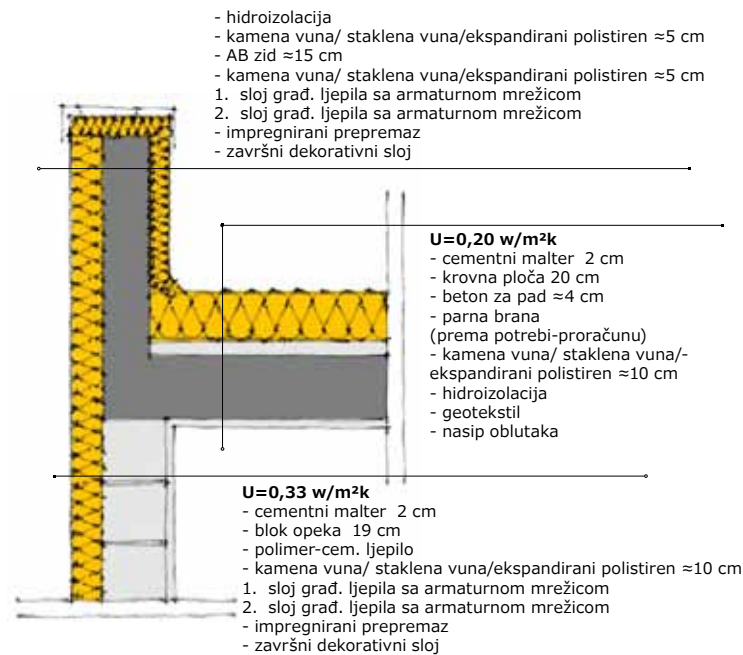
Slika 22: Pravilno izvođenje termoizolacije kosog krova i spoja sa zidnom termoizolacijom kod lagane krovne konstrukcije / Izvor: "Priručnik za energetske savjetnike"-Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) u Hrvatskoj /



Slika 23: Pravilno izvođenje toplotne izolacije međuspratne tavanice prema negrijanom tavanu i spoja sa zidnom izolacijom / Izvor: "Priručnik za energetske savjetnike"-Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) u Hrvatskoj /



Slika 24: Pravilno izvođenje toplotne izolacije ravnog krova i spoja sa zidnom izolacijom / Izvor: "Priručnik za energetske savjetnike"-Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) u Hrvatskoj /



Slika 25: Detalj zelenog krova izvedenog na betonskoj konstrukciji ravnog krova / Izvor: prezentacija "Energetska efikasnost zgrada (omotač zgrade- građevinske tehnike"-Ministarstvo ekonomije / Sektor za energetska efikasnost, autor prezentacije Exergia, Grčka/

/// Opis mjere

Opis mjere za termičku izolaciju krova u sebi sadrži:

- ▶ Preporučenu vrstu termoizolacije sa pripadajućim koeficijentom toplotne provodljivosti λ ;
- ▶ Navedene sve slojeve krova, postojeće i one koje mjera predviđa, sa njihovim debljinama;
- ▶ U vrijednost nakon mjere;
- ▶ Opise završne obrade krova; podatak da li je krov prohodan ili ne;
- ▶ Naglasak da se obrati pažnja na završni sloj krova i odvodnjavanje atmosferskih voda, kao i na zaštitni sloj, izrađen najčešće od lakog betona ili cementne košuljice, koji štiti postavljenu hidro i termoizolaciju;
- ▶ Naglasak da se obrati pažnja na dodatni sloj hidroizolacije koji će se pojaviti iznad termoizolacije; opis, vrstu i način njegovog postavljanja;
- ▶ Opis specifičnih detalja kao što su slivnici, nadzidci, oluci, dimnjaci, svjetlarnici i sl.;
- ▶ Opis tipskih detalja;
- ▶ Opis specifičnih detalja ukoliko auditor procijeni da ih je neophodno opisati;
- ▶ Napomene vezane za mjesta kontakta sekundarne konstrukcije i krova, u slučajevima da je predviđeno postavljanje solarnih panela ili nekih postrojenja za klimatizaciju i sl.

/// Potencijali ušteda

10-20%

/// Vrijeme povrata investicije

Vrijeme povrata investicije za ovu mjeru nije jednostavno unaprijed utvrditi jer ono zavisi od niza parametara kao što su vrsta i debljina, odnosno slojeva, krovne konstrukcije, sistema grijanja i vrste energenta, zatim cijena energenata na tržištu i slično.

PRIMJER PROCJENE INVESTICIJE

Mjera	Cijena [€/m ²]	Napomene
Termoizolacija kosog krova (bez intervencija na konstrukciji krova) mineralnom vunom d=10 cm, $\lambda = 0,035 - 0,041$ W/m/K, sa pripadajućom hidroizolacijom.	20	Krov u dobrom stanju, nema curenja vode, konstrukcija: betonska ploča ili slično; uključuje samo troškove materijala, čišćenja i instaliranja
Termoizolacija ravnog krova sa postavljanjem hidroizolacije, slojem šljunka i neophodnim popravkama (neprohodni krov)	30	Teško je procijeniti. Prosječna cijena zavisi od krovne konstrukcije
Kosa krovna konstrukcija sa limom ili sličnim materijalom kao pokrivačem, sa termoizolacijom (sa pripadajućom hidroizolacijom)	50	Jednostavna konstrukcija kosog krova
Termoizolacija krova sendvič panelima punjenim polistirenom	-	Cijena zavisi od debljine sendvič panela i njihovog tipa

Ovo je procjena investicija korištenih prilikom izrade Detaljnih energetskih pregleda u okviru projekta Program energetske efikasnosti u javnim zgradama (EEPPB) u periodu 2012-2014 koje je sprovodilo Ministarstvo ekonomije, Sektor za energetska efikasnost.

/// Životni vijek mjere

20 godina

/// ENSI

Relevantan parametar u softveru je vrijednost koeficijenta prolaza toplote krova, U, koja se izračunava za dati krov prije i nakon primjene mjere. U slučaju da u krovu postoje krovni prozori, relevantni parametri su isti kao i u slučaju prozora na spoljašnjim zidovima, s tim što treba naznačiti njihov nagib i orijentaciju.

Tabela 5: Procena investicija za različite tipove krova

Mjera 3: Zamjena ili unapređenje postojećih prozora

Mjere za poboljšanje karakteristika prozora, bilo da se radi o poboljšanju postojećih ili njihovoj zamjeni novim prozorima, su jedna od najčešćih i najisplativijih mjera sa stanovišta energetske efikasnosti. Kvalitetnim prozorima, sa jedne strane, smanjuju se toplotni gubici, a sa druge, omogućavaju optimalni toplotni dobici, s tim da se dodatnim elementima zasjenčenja prostori moraju zaštititi od pregrijavanja, posebno u slučajevima kada su otvori na južnoj strani.

Da bi što efikasnije izvršili energetski pregled, potrebno je dobro uraditi tipologiju/podjelu prozora na osnovu različitih parametara.

Razdvojiti tipove ukoliko su:

- ▶ Različiti tip stakala;
- ▶ Različito stanje stakala (u dobrom stanju, polomljeno, napuklo, nije zagotovano, ...);
- ▶ Različiti materijal okvira;
- ▶ Ukoliko na nekima postoji, a na nekima ne, premaz ili neki filter
- ▶ Različiti tip prozora (jednostuki, dvostruki, ...);
- ▶ Ukoliko neki imaju, a neki ne, zaštitu za sunce;
- ▶ Pozicije na kojima se nalaze su karakteristične, pa im je, recimo, znatno smanjena vrijednost solarnih dobitaka g_s ;
- ▶ Krovni prozori.

Toplotni gubici kroz prozore mogu biti transmisijski ili gubici nastali provjetravanjem. Ako saberemo ove dvije vrste toplotnih gubitaka, oni mogu iznositi i više od 50% ukupnih toplotnih gubitaka objekta. Ovi gubici obično su 10 i više puta veći od onih kroz zidove i zato su prozori veoma važan element koji treba tretirati mjerama energetske efikasnosti.

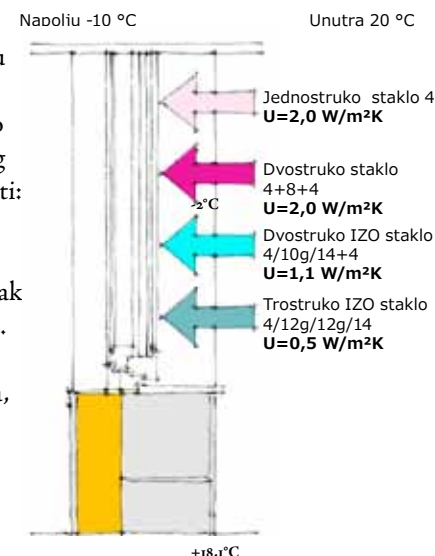
U skladu s novim Pravilnikom o minimalnim zahtjevima energetske efikasnosti zgrada, koeficijent prolaska toplote za prozore i balkonska vrata može iznositi maksimalno $U=2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Dok se na starim zgradama koeficijent U vrijednost prozora kreće oko $3,00\text{--}3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ i više (gubici toplote kroz takav prozor iznose

prosječno $240\text{--}280 \text{ kWh/m}^2$ godišnje), evropska zakonska regulativa propisuje sve niže i niže vrijednosti i one se danas najčešće kreću u rasponu od $1,40$ do $1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. Na savremenim niskoenergetskim i pasivnim kućama taj se koeficijent kreće između $0,80$ i $1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$.

U ukupnim toplotnim gubicima prozora učestvuju **staklo i prozorski profili**. Prozorski profili, nezavisno od vrste materijala od kojeg se izrađuju, moraju osigurati: dobro dihtovanje, prekid hladnog mosta u profilu, jednostavno otvaranje i nizak koeficijent prolaska toplote.

Stakla mogu biti izolaciona, dvoslojna ili troslojna, s različitim gasovnim punjenjem ili premazima koji poboljšavaju toplotne karakteristike.



Slika 26:
Temperature na unutarnjoj površini stakla u zavisnosti od vrsti ostakljenja / Izvor: "Priručnik za energetske savjetnike"-Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) u Hrvatskoj /

Na nisku U vrijednost stakla utiču sljedeći faktori:

- ▶ **Debljina i broj međuprostora.** U -vrijednost se smanjuje sa većim brojem međuprostora i većim razmakom između tih međuprostora. Dakle, manji U -vrijednost može se postići upotrebom dvoslojnih ili troslojnih izo-stakala, npr. $4+10+4+10+4$, što znači 3 stakla debljine 4 mm na razmacima od 10 mm;
- ▶ **Punjenje međuprostora.** Ukoliko se međuprostor između stakala ispuni nekim od gasova (argon, kripton i sl.), U -vrijednost će se bitno smanjiti;
- ▶ **Odabir stakla.** Debljina stakla vrlo malo utiče na U -vrijednost, ali ga zato upotreba stakla niske emisije (Low-e staklo) značajno smanjuje. Nisko emisiona stakla premazana su sa strane koja dolazi u međuprostor stakla posebnim metalnim filmom koji propušta zračenja kratke talasne dužine (sunčeva svjetlost), a reflektuje zračenja dugih talasnih dužina (infracrvena zračenja).

U -vrijednost standardnih prozorskih stakala iznosi $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, dok specijalna izvođenja mogu da dostignu vrijednost od $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. U-vrijednost materijala od kojeg je napravljen ram najčešće je lošiji od U-vrijednosti stakla. U-vrijednost prozorskih ramova kreće se u rasponu od $1,2$ do $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (standardni okviri), pa sve do $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (visok stepen izolacije). Presudan značaj ima, međutim, U-vrijednost cijelog prozora ($U_w = U_g (\text{staklo}) + U_f (\text{okvir})$). Pored U-vrijednosti značajan je i stepen propustljivosti energije (g-vrijednost) prozorskog stakla. Ova vrijednost opisuje koju količinu svjetlosti, a samim tim i sunčeve energije staklo propušta u prostoriju. Ta vrijednost bi trebalo da bude veća od 50%.

Dvoslojno termoizolaciono staklo

Aktuelni tehnički standard su termoizolaciona stakla (U-vrijednost stakla $1,0 - 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$), a ona se mogu ugrađivati i u postojeća prozorska okna. U odnosu na izolaciono staklo njihove izolacione sposobnosti su bolje za 50-60%. To je postignuto punjenjem prostora između stakala plemenitim gasom, nanošenjem nevidljivog sloja metalne pare na strani stakla koja je okrenuta prema prostoriji i na graničnike stakala.

Troslojno termoizolaciono staklo

Sa U vrijednostima od $0,4$ do $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ ova vrsta stakla danas pruža najbolju toplotnu zaštitu od svih vrsta stakala. Izolaciono dejstvo se postiže zahvaljujući postavljanju trećeg prozorskog stakla, nanošenju sloja metalne pare na dvije staklene površine i punjenju plemenitim gasom (argon, kripton). Specijalni spoj ivica redukuje pojavu toplotnih mostova (npr. od plemenitih metala ili kvalitetne plastike). Ova vrsta stakla se koristi kod gradnje "pasivnih kuća".

Potrebno je osigurati dobro kitovanje stakla i zatim, dobro dihtovanje samog prozorskog okvira, te prozorskog okvira i doprozornika – trostruko (ili peterostruko, zavisno od broja stakala). Povezivanje prozora i zida mora biti izvedeno tako da ne propušta vazduh. Time se osigurava da ne dođe do prodora vlage i toplog unutrašnjeg vazduha u fugu, koji bi se ohladio, dovodeći do pojave kondenzata i gljivica.

Za okvire prozora koriste se različiti materijali: drvo, čelik, aluminijum, PVC i kombinacija materijala: drvo i aluminijum, a šupljine okvira mogu se ispuniti pjenastom termoizolacijom. Vrsta

materijala za izradu okvira zavisi od debljina okvira i mogućnosti ugradnje termički i zvučno kvalitetnog stakla. Debljine kvalitetnog prozorskog okvira kreću se od 68 do 93 mm za PVC i drvo, dok su kod aluminijuma moguće i veće debljine.

Materijal koji se koristi za prozorske okvire (15-35% prozorskog otvora) je jedan od glavnih faktora za uštedu energije. Drveni okviri imaju najbolje izolacione osobine. Takođe se prave i drveni prozorski okviri sa spoljnom aluminijumskom zaštitom od atmosferskih uticaja. Kod plastičnih okvira najčešće se koristi tvrdi PVC, ali i tvrdi poliuretan. PVC predstavlja krajnji proizvod hlora, te bi ga iz ekoloških razloga trebalo koristiti samo u ograničenim količinama. Kvalitet izolacije metalnih okvira, na primjer, od aluminijuma ili čelika, u posljednje vrijeme se popravio, ali i dalje, uglavnom, ne dostiže termičke karakteristike okvira od drveta ili plastičnih materijala.

Najčešće srećemo sljedeće materijale i kombinacije materijala za okvire:

- ▶ Plastični okvir;
- ▶ Plastični okvir sa aluminijumskom zaštitom sa spoljne strane;
- ▶ Drveni okvir;
- ▶ Drveni okvir sa aluminijumskom zaštitom sa spoljne strane;
- ▶ Aluminijumski okvir.

Kod okvira postoje velike razlike: plastični okviri (i okviri sa više komora) su često termički lošiji od drvenih okvira ili kombinacije drvo/aluminijum. Značajan faktor može biti i dubina ulaska stakla u ram, pošto ivica staklenih površina predstavlja termički slabo mjesto.

Principijelno se može reći da su drveni okviri prozora termički najefikasniji i da se oni mogu najbolje sanirati.

Poboljšanje toplotnih karakteristika prozora i drugih staklenih površina može se postići na sljedeće načine:

- ▶ Zakitovati prozore i spoljašnja vrata;
- ▶ Provjeriti i popraviti okove na prozorima i vratima (dihtovanje i oštećenja);

- ▶ Izolovati niše za radijatore i kutije za roletne;
- ▶ Redukovati gubitke toplote kroz prozore ugradnjom roletni, postavljanjem zavjesa i sl.;
- ▶ Zamijeniti prozore i spoljašnja vrata toplotnim kvalitetnijim prozorima (preporuka $U < 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Ispravna montaža prozora

Često se značaj pravilne ugradnje prozora i drugih staklenih površina zanemaruje u praksi. Da bi ugradnja prozora bila pravilna trebalo bi, između ostalog, iz razloga građevinske fizike postaviti dva nivoa izolacije, i to:

- ▶ Spoljni - radi osiguranja zaptivenosti na kišu, i
- ▶ Unutrašnji - kako bi se izbjeglo da vlažan vazduh iz prostorije dospije do hladnih spojeva konstrukcije

Potrebno je voditi računa o tome da spojevi između prozora i građevine budu izolovani i zaptiveni na vjetar, kao i da termoizolacija prelazi najmanje 3 cm preko štoka prozora.

Slika 27: Slika pravilno toplotno izolovane kutije za roletnu



Spoljna vrata

Ulazna vrata predstavljaju dio „omotača“ zgrade, te stoga, pored zaštite od provale i buke, moraju da zadovolje i zahtjeve koji se tiču zaštite od atmosferskih padavina i toplote. Toplotna zaštita, koja se može postići kod ulaznih vrata, zavisi u najvećoj mjeri od materijala koji je korišćen za izradu okvira i ispune, njihove debljine, kao i zaptivenosti spojeva i pokretnih djelova. Kod vrata koja se nalaze na vjetrovitim mjestima može se planirati ili naknadno dograditi odgovarajuća zaštita od vjetra. Podni zaptivači (šupljeg ili četkastog profila), kao i izolacione trake i lajsne isto tako pružaju mogućnost da se naknadno smanji neželjeno strujanje vazduha i toplotni gubici.

/// Preporučene vrijednosti toplotnih dobitaka

stakla	Veličina površine okvira	
	0,20 (20%)	0,30 (30%)
jednostruko	0,63	0,55
dvostruko	0,58	0,50
dvostroko niskoemisiono staklo	0,47	0,41
trostruko	0,50	0,44

/// Opis postojećeg stanja

U opisu postojećeg stanja prozora i spoljašnjih vrata trebalo bi da se nalaze sljedeći podaci:

- ▶ Vrste i tipovi postojećih prozora, materijal okvira, broj stakala i sl.;
- ▶ U vrijednost postojećih prozora po tipovima;
- ▶ Opis stanja prozora sa navedenim orijentacijama;
- ▶ Nabrojana oštećenja prozora;
- ▶ Ostale specifičnosti koje mogu biti značajne pri odabiru i definisanju mjere

Tabela 7: Toplotni dobitci od prozora sa različitim vrstama zastakljenja, ako je faktor zasjenčenja 1 (bez prepreka, kao što su drveće, druge izgrade, itd. između sunca i prozora)

/// Opis mjere

Opis mjere zamjene ili popravke prozora sadrži:

- ▶ Opis novih tipova prozora koji se ugrađuju, sa navedenim materijalom okvira, brojem stakala, debljinama stakala i širinom međuprostora;
- ▶ U-vijednostima prozora;
- ▶ Vrijednost *g* solarnih dobitaka;
- ▶ Način otvaranja;
- ▶ Procjena investicije

Ugradnja roletni, žaluzina i sl. elemenata zaštite od sunčevog zračenja

U ukupnom energetskom bilansu objekta važnu ulogu igraju i **toplotni dobitci od sunca**. Sa jedne strane, energija dobijena od sunca predstavlja toplotne dobitke, ali, sa druge strane, prijeti da dovede do pretjeranog zagrijavanja objekta. Zato ovoj temi treba posvetiti puno pažnje prilikom analize kako objekta tako i predloženih mjera za postizanje energetske efikasnosti.

Ukoliko su sistemi zaštite od sunca usklađeni sa spoljašnjim uslovima, sa pozicijom i orijentacijom objekta, kao i dobrom unutrašnjom funkcionalnom šemom, tada oni u znatnoj mjeri doprinose ne samo dobrim energetskim karakteristikama već i komforu i ambijentalnim karakteristikama objekta.

Osnovni uslovi koje bi dobri sistemi zaštite od sunca trebalo da posjeduju jesu:

- ▶ Zaštita od prekomjernog zagrijavanja ljeti;
- ▶ Omogućavanje dodatnih toplotnih dobitaka zimi

Zaštita od sunca tokom ljetnjih mjeseci služi da se zagrijavanje prostorija, uzrokovano sunčevim zracima koji u prvom redu dopiru kroz prozore, ograniči do te mjere da se osigura prijatna klima u prostorijama. Toplotna zaštita u ljetnjim mjesecima zavisi od dimenzija prostorije, veličine prozora, vrste stakala i zaštite od sunca, provjetravanja, internih izvora toplote (npr.

isijavanje toplote ljudskih tijela, računara ili osvjtljenja), kao i od kapaciteta akumuliranja toplote korišćenih građevinskih materijala (unutrašnji i spoljni zidovi, tavanice, izolacioni materijal u krovnim konstrukcijama).

Zaštita od sunca kod prozora

Gotovo u svim segmentima zaštite od sunca tehnika je usavršena. Danas se skoro za svaki oblik prozora ili zimske bašte može dobiti zaštita za sunce, kako za spoljno tako i za unutrašnje postavljanje. Svim vrstama zaštite može se rukovati ručno ili automatski.

Spoljna zaštita od sunca

Ova vrsta zaštite od sunca stvara hladovinu i na taj način, spolja, štiti objekat od sunca. Tako se proces promjene toplote prenosi na spoljnu stranu građevine, gdje postoji mogućnost njegove regulacije bez većih problema. Spoljna zaštita od sunca predstavlja najdjelotvorniju vrstu zaštite, ukoliko je moguće da se prenos toplote većim dijelom izbjegne konvekcijom - npr. pozadinskim provjetravanjem. Pri tome se, međutim, ne smije izgubiti iz vida ni problematika prljanja i većih investicionih troškova i troškova održavanja.

U spoljašnju zaštitu od sunca spadaju:

- ▶ **Prozorski kapci.** Kapci za zaštitu od svjetlosti, najčešće načinjeni od drveta sa lamelama, koji se stavljaju ispred prozora.
- ▶ **Roletne.** Horizontalne lamele, najčešće od plastike, koje se namotavaju, a zatim se po šinama sa bočne strane spuštaju ispred prozora.
- ▶ **Markize, tende** su tekstilna zaštita od sunca.
- ▶ **Spolja postavljene žaluzine.** Horizontalne trakaste konstrukcije koje mogu da se spuštaju i podižu. Vertikalne lamele od metala ili drveta, koje najčešće mogu da se okreću.
- ▶ **Balkoni.** Ako su dobro dimenzionisani, balkoni tokom ljeta štite od sunca, dok zimi omogućavaju da sunce sija kroz prozore.
- ▶ **Listopadno drveće.** Prednost listopadnog drveća je ta što lišće u hladnim periodima godine opadne, omogućavajući na taj način da sunce direktno sija kroz prozore.

Zaštite od sunca koja se ugrađuje u prozor su: žaluzine u izolacionom staklu, roloi u izolacionom staklu, zaštitno staklo od sunca - staklo sa reflektujućim, interferencijskim i apsorpcionim svojstvima, presvučena stakla, itd.

Sa unutrašnje strane prozora ugrađuju se:

- ▶ **Žaluzine** - horizontalne trakaste konstrukcije koje mogu da se spuštaju i podižu;
- ▶ **Roloi** - tekstilne zavjese i folije koji se namotavaju iznad prozora;
- ▶ **Plisirane zavjese** - tekstilne zavese koje se skupljaju u falte iznad prozora;
- ▶ **Trakaste zavjese;**
- ▶ **Rolo-folija** - tzv. rolo-folija predstavlja, međutim, najbolje rješenje za unutrašnje postavljanje zaštite od sunca. Na rolo-folije je sa spoljne strane nanijeta aluminijumska para, tako da one reflektuju i do 80% sunčeve svjetlosti, sprečavajući da sunčevi zraci uopšte i dospiju u unutrašnjost prostorije. Istraživanja su pokazala da, u poređenju sa komplikovanim i skupim spoljnim zaštitama od sunca, postoje samo minimalne razlike u pogledu njihove efikasnosti. Dodatna velika prednost rolo-folija je ta što se kod njih gotovo neometano može gledati kroz prozor. One na taj način u svim tačkama ispunjavaju Smjernice EU o zaštiti na radu.

/// Potencijali ušteda

10-15%

/// Životni vijek mjere

20 godina

Ukoliko je u pitanju objekat značajne istorijske i stilske vrijednosti, izolacija njegovih zidova traži daleko pažljiviji pristup. Ovdje se misli na objekte koji nisu pod zaštitom, ali imaju estilskih ili nekih drugih elemenata na fasadi kao što su recimo okviri oko prozora i sl.

PRIMJER PROCJENE INVESTICIJE

Mjere	Cijena [€/m²]
Zamjena postojećih novim PVC prozorima i vratima; PVC profili od nerekiciranog PVC-a, U vrijednost okvira do 1,4 W/m²/K, bez toplotnih mostova, najmanje pet vazdušnih komora, ojačani U – metalnim profilima presvučenim slojem plastike; staklo – dvostruko "low emission" staklo, prostor od 16 mm između stakala, 4 + 16 + 4 mm konstrukcija, ispunjena argonom ili nekim drugim inertnim gasom. Ukupna U-vrijednost prozora do 1,4 W/m²/K; propustljivost sunčeve energije stakla – solarna g-vrijednost najmanje 65%; tehničke šifre definisane u tehničkom opisu	150

Za ugradnju prozora i vrata sa aluminijumskim profilom sa svim pratećim radovima računata je cijena od 250 €/m².

Ovo je procjena investicija korištenih prilikom izrade Detaljnih energetskih pregleda u okviru projekta Program energetske efikasnosti u javnim zgradama (EEPPB) u periodu 2012-2014 koje je sprovodilo Ministarstvo ekonomije, Sektor za energetska efikasnost.

/// ENSI

Relevantni parametri u softveru su vrijednosti koeficijenta prolaza toplote zida - U, faktora ukupnih solarnih dobitaka - g, i infiltracije, koje se izračunavaju/procjenjuju za dati tip prozora prije i nakon primjene mjere.

Tabela 8: Pregled trškova mjera zamjene prozora (sa PDV)

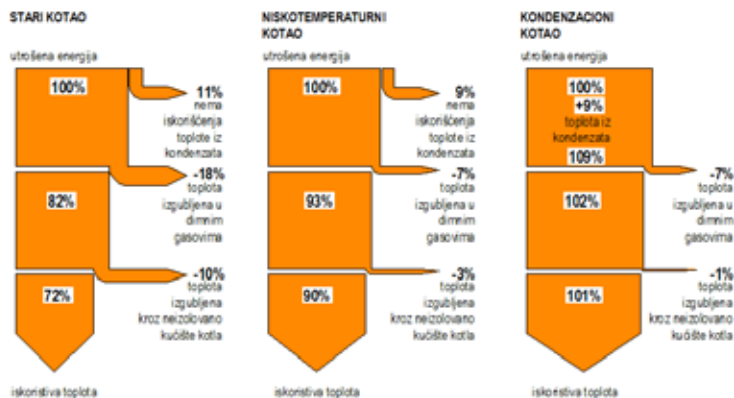
Mjera 4: Zamjena starih konvencionalnih kotlova niskotemperaturnim i kondenzacionim kotlovima

Zamjena starog konvencionalnog kotla niskotemperaturnim ili kondenzacionim uvijek donosi energetske uštede zbog veće efikasnosti novog kotla.

Kriterijumi za procjenu i sprovođenje zamjene starih konvencionalnih kotlova

- ▶ U pitanju su kotlovi za više vrsta goriva ili kotlovi sa mogućnošću prelaska na drugu vrstu goriva, sa konstantno visokom temperaturom kotlovske vode (iznad 70°C)
- ▶ Kotlovi su predimenzionisani, što je posljedica predimenzionisanja sistema grijanja u fazi projektovanja i ugradnje (često pogrešan stav da će to omogućiti veću fleksibilnost u budućnosti) ili naknadno sprovedenih mjera na izolaciji toplotnog omotača zgrade
- ▶ Kotao je nedovoljno toplotno izolovan i dolazi do zagrijavanja kotlarnice usljed visokih površinskih gubitaka
- ▶ Kotlovi pokazuju visoke gubitke u dimnim gasovima (temperature dimnih gasova su često iznad 200°C)

Slika 28: Poređenje stepena iskorišćenja niskotemperaturnih i kondenzacionih kotlova sa starim konvencionalnim (Izvor: Tomislav Toth štedljivo grijanje (MAJSTOR))



vrsta kotla	η kotla	energent
konvencionalni (stari)	65 – 72 %	čvrsto gorivo
konvencionalni (kombinovani)	70 – 75 %	čvrsto gorivo / lož ulje
	80 – 90 %	čvrsto gorivo
konvencionalni (jedan energent)	86 – 90 %	lož ulje, gas
niskotemperaturni	90 – 95 %	lož ulje, gas
kondenzacioni	100 – 108 %	lož ulje, gas

Tabela 9: Stepen efikasnosti za različite tipove kotlova

Izbor energenta

Pri izboru energenta treba razmotriti sljedeće aspekte:

- ▶ Cijene;
- ▶ Snabdjevenost tržišta energentima;
- ▶ Tendencija snabdjevenosti tržišta energentima u narednih 10 godina;
- ▶ Skladištenje;
- ▶ Ekološki uticaj (aerозagađenje);
- ▶ Energenti prisutni na crnogorskom tržištu (fosilna goriva).



Teško lož ulje – mazut

Neto toplotna vrijednost: 11,05 – 11,41 kWh/kg

CO₂ emisija: 3091 – 3175 g/kg

Sadržaj sumpora: 1 – 4 %

Višak vazduha: 10 – 20 %

Nedostaci: nije preporučljiva upotreba u gradovima



Lako lož ulje

Neto toplotna vrijednost: 11,861 kWh/kg

CO₂ emisija: 3142 g/kg

Sadržaj sumpora: do 0,2 %

Višak vazduha: 7 – 15 %

Nedostaci: nestabilno tržište, sve strožiji propisi oko skladištenja i rukovanja, ekološki nepovoljno



TNG - Tečni naftni gas (propan/butan)

Neto toplotna vrijednost: 12,79 kWh/kg

CO₂ emisija: 3030 g/kg

Sadržaj sumpora: 0 %

Višak vazduha: 5 – 10 %

Nedostaci: visoka cijena

Tabela 10: Pregled karakteristika fosilnih goriva prisutnih na crnogorskom tržištu

**Ugalj**

Neto toplotna vrijednost: 3,61 kWh/kg

CO₂ emisija: 3091 – 3175 g/kg

Višak vazduha: 20 – 60 % ili više

Nedostaci: veliko zagađenje vazduha usljed izgaranja, prostor za skladištenje

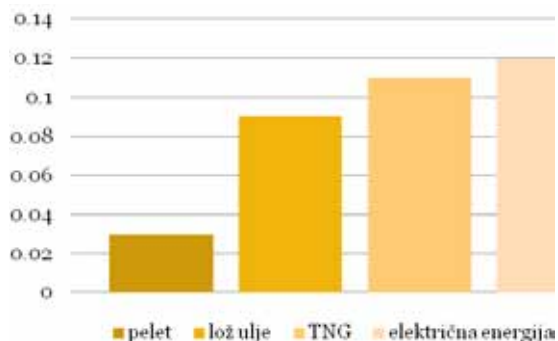
PRIMJER**Uporedni pregled cijene energenata**

Godišnja potrošnja goriva za grijanje objekta i pripremu sanitarne tople vode za jednu poslovnu zgradu iznosi 500.000 kWh. Urađena je analiza za različite vrste energenata i rezultati su prikazani u sljedećoj tabeli. Analiza je bazirana na ekvivalentnim stepenima efikasnosti sistema i istom nominalnom opterećenju sati na dan za sve vrste energenata.

Tabela 11: Uporedni
pregled cijena
energenata po kWh

Energent	Potrebna godišnja količina goriva	Cijena goriva	Godišnja potrošnja goriva [€]	Cijena goriva po kWh [€]
Lož ulje	50.000 l	0,9 €/l	45.000	0,09
TNG	78.125 l	0,7 €/l	54.688	0,11
Pelet	101,6 t	150 €/t	15.240	0,03
El.energija	500.000 kWh	0,12 €/kWh	60.000	0,12

Cijene goriva u €/kWh



Energent	Jedinica	Kalorična vrijednost [kWh]
Lož ulje	1 m ³ = 1000 l	10000
TNG	1 m ³ = 1000 l	6400
Pelet	1 m ³ = 650 kg	3200

Tabela 12:
Kalorijske
vrijednosti pojedinih
energenata**Toplotni kapacitet (snaga kotla)**

S obzirom da niskotemperaturni ili kondenzacioni kotao zamjenjuje postojeći kotao u zgradi, podaci o prethodnoj potrošnji goriva su najbolja osnova za proračun buduće potrošnje goriva i nominalnog kapaciteta novog postrojenja.

Ukoliko je za dati objekat dostupan projekat postojećeg sistema grijanja, onda se toplotni kapacitet (snaga kotla) može odrediti iz zbira potrebne toplote na osnovu proračuna toplotnih gubitaka objekta i toplote potrebne za pripremu sanitarne tople vode (ukoliko postoji). Na ovo treba dodati toplotne gubitke kotla (1-5%), kao i dodatak za toplotne gubitke razvodne mreže u slučaju da se radi o dužim cjevovodima (5-15%).

Ako se na datom objektu pored modernizacije grijanja sprovede i mjere toplotne izolacije omotača zgrade, trebalo bi procijeniti procentualno smanjenje toplotnih gubitaka objekta nakon primjene mjere na omotaču. Na primjer, odabrati neke karakteristične prostorije u objektu i za njih uraditi toplotni proračun sa novim U-vrijednostima elemenata omotača. Poređenjem dobijenih vrijednosti toplotnih gubitaka sa starim vrijednostima, tj. procentom smanjenja istih, možemo orijentaciono opredijeliti toplotni kapacitet novog kotla.

Posebnu pažnju treba obratiti na:**1. Usklađenost sa ostalim komponentama sistema:**

Regulacijska tehnika: za niskotemperaturni i kondenzacioni pogon koristi se savremena regulacija koja na bazi spoljašnje temperature i podešene vrijednosti unutrašnje temperature reguliše optimalnu temperaturu polaznog voda.

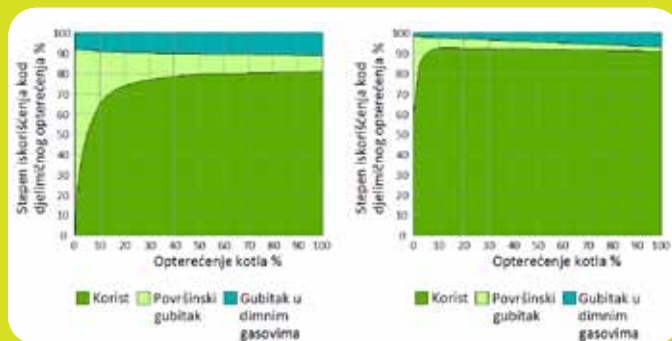
Pravilan redosljed mjera: zamjena starih kotlova ili toplotna izolacija omotača zgrade?

Najveća ušteda se postiže ako se istovremeno sa zamjenom kotlova poboljša i toplotna izolacija. Ako se iz finansijskih razloga može sprovesti samo jedna od mjera, onda bi prvo trebalo zamijeniti stare kotlove.

Slučaj 1: Prvo se unapređuje toplotna izolacija zgrade. U ovom slučaju smanjuje se opterećenje postojećih starih kotlova čime se umanjuje ionako nizak stepen njihovog iskorišćenja. Time će se i dio uštede energije koji se postiže poboljšanom toplotnom izolacijom umanjiti kroz smanjenje stepena iskorišćenja starih kotlova.

Slučaj 2: Prvo se vrši zamjena starih kotlova. Savremeni niskotemperaturni i kondenzacioni kotlovi imaju konstantno visok stepen iskorišćenja u širokom području opterećenja. Stoga se visok stepen iskorišćenja ovih kotlova može održati i nakon sprovođenja naknadnih mjera toplotne izolacije koje dovode do toga da su instalirani kotlovi predimenzionisani.

Slika 29: Koristi i gubici u zavisnosti od opterećenja kotla – za jedan stari i jedan savremeni kotao (Viessman: Modernizacija grijanja)

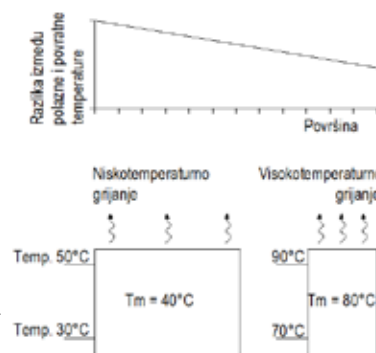


Dimnjaci: postojeći dimnjaci često imaju prevelike presjeke za savremene niskotemperaturne kotlove, a zbog slabe toplotne izolacije dimnjaka usljed nižih temperatura izduvnih gasova dolazi do kondenzacije dimnih gasova na unutrašnjoj strani dimnjaka. Kako

bi se modernizacija instalacije grijanja mogla sprovesti i bez sanacije dimnjaka, jedna od mogućnosti je i primjena kombinovanog uređaja za dodatni vazduh.

Grejna tijela: niža temperatura vode u razvodnom sistemu zahtijeva veću površinu grejnih tijela, pa bi radijatore trebalo "pojačati" dodatnim rebrima ili manje radijatore zamijeniti većim.

Eventualna instalacija solarnog sistema: u slučaju da će se za zagrijavanje sanitarne tople vode koristiti solarni termalni sistem, a predviđeni novi kotao za grijanje je planiran da bude dodatni izvor energije, u proračun potrebne toplotne energije, pored grejnog kapaciteta, uključiti i toplotni kapacitet za zagrijavanje sanitarne tople vode, i na taj način odrediti potrebni kapacitet kotlova.



Slika 30: Zavisnost površine grejnih tijela od temperature vode u razvodnom sistemu

2. Kotlarnica:

Procijeniti da li će veličina postojeće kotlarnice biti dovoljna za smještaj planirane opreme (novih kotlova i ostalih elemenata, eventualno i opreme za grijanje sanitarne tople vode). U slučaju da postojeću kotlarnicu treba proširiti ili odabrati neku novu lokaciju na kojoj će se dograditi/izgraditi nova tehnička prostorija koja će predstavljati novu kotlarnicu, imati u vidu neke činjenice koje su bitne pri odabiru pozicije kotlarnice kao što su položaj dimnjaka, mogućnost dopremanja goriva itd.

U slučaju da se vrši odabir nove pozicije za smještaj kotlarnice, najpovoljniji položaj predstavlja središnji dio objekta (ako je moguće). Na ovaj način razvodni vodovi su kraći, čime se postiže da temperatura grejnog fluida u instalacijama grijanja postane ujednačenija.

Takođe, kotlarnica bi trebala imati najmanje jedan spoljašnji zid zbog mogućnosti pouzdane ventilacije.

/// Opis postojećeg stanja

Opis postojećeg sistema za grijanje

- ▶ Izvor toplotne energije – navesti ime proizvođača, tip, starost, nosioca toplote, ukupni nazivni toplotni kapacitet izvora toplote (nalazi se na natpisnoj pločici kotla odnosno u tehničkoj dokumentaciji), vrstu energenta koji se koristi i način snabdijevanja, naznačiti da li postoji sistem za hemijsku pripremu vode, opisati postojeću kotlarnicu – njene karakteristike i poziciju u objektu, navesti tehničke osobine i poziciju dimnjaka ukoliko postoji;
- ▶ Sistem distribucije i grejna tijela – opisati način prenosa toplote, naznačiti vrstu grejnih tijela u prostorijama, navesti ukupno instalirani kapacitet grejnih tijela (odrediti ga sabiranjem pojedinih kapaciteta svih grejnih tijela ili naći podatak u tehničkoj dokumentaciji);
- ▶ Način regulacije – opisati regulaciju sistema grijanja sa svim karakteristikama, i to posebno centralnu regulaciju (regulacija izvora toplote, npr. vođenje temperature polaznog voda prema spoljašnjoj ili unutrašnjoj temperaturi), i posebno lokalnu regulaciju (regulacija grejnih tijela, npr. termostatski ventili);
- ▶ Sigurnosni uređaji i oprema – navesti opremu koji ima funkciju zaštite kotlova i sistema od prekomjernog povećanja pritiska i temperature (sigurnosni ventil, ekspanziona posuda);
- ▶ Procijeniti opšte stanje sistema vizuelnim pregledom, kao i na osnovu eventualnih mjerenja (npr. ispitivanje dimnih gasova u cilju ocjenjivanja efikasnosti kotla);
- ▶ U slučaju da se koriste pojedinačni uređaji za dopunsko grijanje navesti njihov tip, kapacitet, način i vrijeme korišćenja.

Informacija o unutrašnjim temperaturnim uslovima

- ▶ Rezultati obavljenih mjerenja data loggerima na karakterističnim pozicijama unutar objekta, očitavanja sa kontrolnih podešavanja u prostorijama ili subjektivni utisak korisnika zgrade;
- ▶ Navesti da li u objektu postoji "dežurna" temperatura (set-back temperatura) i, u slučaju da postoji, naznačiti u kom periodu je na snazi i na koji način se postiže (ručno, automatski);
- ▶ Navesti grijane površine u objektu;

Informacija o režimu rada sistema za grijanje (dnevni, nedjeljni)

- ▶ Naznačiti kada se sistem za grijanje uključuje da radi na podešenoj vrijednosti unutrašnje temperature tokom dana, i kada se isključuje ili podešava na "set-back" režim.

Informacija o trajanju grejne sezone

- ▶ Naznačiti početak i kraj grejne sezone, kao i eventualne prekide.

/// Opis mjere

Navesti ime proizvođača, tip i ukupni nazivni kapacitet predloženog niskotemperaturnog/kondenzacionog kotla, vrstu energenta koji koristi i način skladištenja energenta.

Navesti i sve ostale izmjene koje je potrebno izvršiti na ostalim djelovima postojećeg sistema za grijanje u cilju postizanja kompatibilnosti sa novim kotlovima.

U slučaju da je neophodno proširenje postojeće kotlarnice ili eventualno izgradnja nove prostorije za smještaj kotlovskog postrojenja, naznačiti predloženu lokaciju, i predvidjeti sve građevinske i električne radove neophodne za izgradnju i puštanje u pogon novog sistema.

/// Procjena investicije

Za lož ulje: 50-200 €/kW (jedinična cijena po kW snage kotla)

Za TNG: 80-220 €/kW (jedinična cijena po kW snage kotla)

Viša cijena po kW se odnosi na kotlove manjih snaga (do 50 kW), a smanjuje se ka gornjoj granici opsega snaga (300 kW).

/// Potencijali ušteda

15-30% smanjenje potrošnje toplotne energije

/// Postupak i period održavanja

Preporučuje se da ovlašćeni serviser jednom godišnje obavi pregled i servis instalacije (kontrola gorionika, čišćenje ložišta, kontrola rada automatičke).

Takođe se jednom godišnje preporučuje obavljanje pregleda instalacije za odvod dimnih gasova.

/// Vrijeme povrata investicije

2-5 godina (u zavisnosti od potrošnje)

/// Životni vijek mjere

15-20 godina

/// ENSI

Relevantan parametar u softveru je Efikasnost izvora toplote. U slučaju zamjene starog kotla novim efikasnijim, bez promjene energenta, vrijednost parametra nakon primjene mjere je nova, veća vrijednost efikasnosti izvora toplote.

U slučaju da imamo promjenu energenta, često se može desiti da je vrijednost efikasnosti izvora toplote nakon primjene mjere niža nego što je bila ranije (npr. zamjenom kotlova na električnu energiju kotlovima na lož-ulje ili TNG), što nije prihvatljivo za ENSI softver.

Jedan od mogućih načina da se prevaziđe ovaj problem je prikazan u Tabeli 13. Efikasnosti svih komponentnih sistema u sistemu grijanja je potrebno modelirati na način da na kraju ukupna efikasnost sistema prije i nakon primjene mjera bude identična kao i prije modeliranja (realno stanje), a da je pri tom vrijednost efikasnosti izvora toplote nakon primjene mjere veća od vrijednosti prije primjene mjere.

	Postojeći	Nakon mjera
Realno stanje	El.energija	Lož-ulje
Emisiona efikasnost	89%	98%
Efikasnost razvodnog sistema	96%	96%
Automatska regulacija	90%	98%
TBM/EM	94%	98%
Efikasnost izvora energije	100%	92%
Ukupna efikasnost sistema	72.3 %	83.1 %

	Postojeći	Nakon mjera
Model	El.energija	Lož-ulje
Emisiona efikasnost	100.0 %	100.0 %
Efikasnost razvodnog sistema	100.0 %	100.0 %
Automatska regulacija	100.0 %	100.0 %
TBM/EM	100.0 %	100.0 %
Efikasnost izvora energije	72.3 %	83.1 %
Ukupna efikasnost sistema	72.3 %	83.1 %

Vrijednosti emisije efikasnosti, efikasnosti razvodnog sistema, efikasnosti regulacije i TBM/EM su postavljene na 100%, dok se vrijednosti efikasnosti izvora toplote podešavaju tako da ukupna efikasnost sistema u modelu bude ista kao u realnom stanju.

Naravno, u slučaju zamjene starih konvencionalnih kotlova novim efikasnijim modelima, finansijske uštede su dominantne u odnosu na energetske. Ove uštede treba posebno izračunati imajući u vidu razliku cijena energenata.

Tabela 13: Jedan od načina modeliranja efikasnosti sistema u slučaju promjene energenata

Mjera 5: Zamjena starih konvencionalnih kotlova kotlovima na biomasu - pelet

Postojeći sistem centralnog grijanja starim konvencionalnim kotlovima na fosilna goriva mijenja se kotlom na biomasu – pelet. Na taj način se ostvaruje višestruka korist: povećanje energetske efikasnosti sistema grijanja, značajno smanjenje troškova grijanja, kao i smanjenje zagađenja životne sredine.

Investicioni troškovi sistema za grijanje na pelet su generalno veći u odnosu na konvencionalne sisteme za grijanje, dok su operativni troškovi niži. U svakom slučaju, za očekivati je brz povrat investicije s obzirom na nisku cijenu goriva. Takođe, nestabilne cijene električne energije i fosilnih goriva idu u prilog korišćenju peleta kao energenta.

Postupak procjene mogućnosti uvođenja ove mjere može se opisati u 5 koraka.

KORAK 1	Napraviti preliminarnu procjenu da li ima prostora za smještaj kotlovskog postrojenja i skladišta peleta
KORAK 2	Utvrđiti dostupnost energenta - peleta
KORAK 3	Utvrđiti da li je omogućen pristup cistijerni (namjensko silos vozilo)
KORAK 4	Odrediti kapacitet kotla
KORAK 5	Odrediti veličinu potrebnog prostora za skladištenje peleta

Korak 1

Napraviti preliminarnu procjenu da li ima prostora za smještaj kotlovskog postrojenja i skladišta peleta

Kotao na pelet zahtijeva nešto više prostora za kotlovsko postrojenje i skladištenje goriva nego što je to slučaj sa uljnim i gasnim kotlom. Sam kotao na pelet je mnogo većih dimenzija od kotla na fosilno gorivo odgovarajućeg kapaciteta, a pored toga zahtijeva mnogo veći prostor za pristup u cilju čišćenja i održavanja.

Potrebno je napraviti sljedeće procjene:

1. da li će se kotao na pelet uklopiti sa dimenzijama u prostor postojeće kotlarnice ili će biti neophodno njeno proširenje ili eventualno izgradnja nove kotlarnice,
2. da li pored ili u blizini kotlarnice postoji prostor koji bi se adaptirao ili izgradio i koristio kao skladište za pelet,
3. da li postoji pristup za cistijernu.

Korak 2

Utvrđiti dostupnost energenta – prisutnost peleta na tržištu

Prije donošenja odluke istražiti potencijalne dobavljače peleta i provjeriti kvalitet peleta.

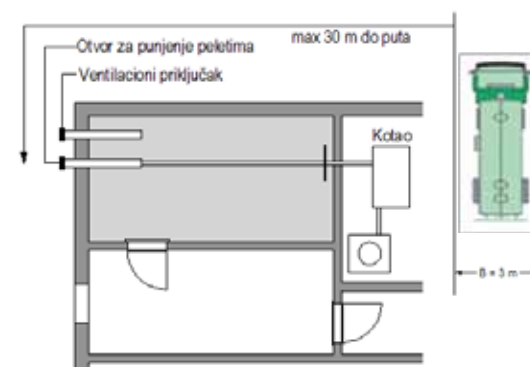
DIN 51731 definiše osnovne karakteristike peleta: dimenzije, gustinu, sadržaj vlage i prašine, itd.

Bitan uticaj na cijenu grijanja peletama ima udaljenost od mjesta snabdijevanja. Prema nekim preporukama, ne savjetuje se korišćenje peleta u mjestima koja su udaljena preko 150 km od mjesta nabavke peleta.

Korak 3

Utvrđiti da li je omogućen pristup cistijerni

Razmotriti mogućnost prilaza za namjensko silos vozilo (cistijernu). U principu širina prilaznog puta od najmanje 3 metra i visina prolaza od najmanje 4 metara su neophodni preduslovi. Pri punjenju skladišta treba voditi računa da trasa ne prekorači dužinu crijeva od 30 metara.



Slika 31: Osnova prostora za smještaj peleta i mogućnost prilaza cistijerni

Korak 4 - Odrediti kapacitet kotla

Preduslov za optimalan rad kotlovskog postrojenja na pelet je pravilan izbor kotla.

Kapacitet kotla se određuje na sličan način kao i za mjeru "Zamjena starih konvencionalnih kotlova niskotemperaturnim i kondenzacionim kotlovima".

Korak 5 - Odrediti veličinu potrebnog prostora za skladištenje peleta

Veličina skladišnog prostora zavisi od potrebne toplotne energije. Ukoliko postoji mogućnost izgradnje većeg skladišnog prostora za pelete onda se organizovanje nabavke vrši samo jednom za čitavu grejnu sezonu. U suprotnom, nabavka se mora organizovati više puta u toku grejne sezone. Svakako, za postrojenja u postojećim zgradama isplativije je prilagoditi isporuku goriva postojećem prostoru nego izgraditi novo skladište.

Gruba procjena skladišnog prostora koji je potreban za definisane godišnje potrebe

za 1 kW toplotne energije = 0,9 m³ prostora
koristan skladišni prostor = 2/3 ukupne zapremine
1 m³ peleta = 650 kg
1 m³ peleta = 3200 kWh

PRIMJER

Objekat škole zahtijeva **150 kW** toplotne energije.
150 kW toplotne energije x 0,9 m³/kW prostora = 135 m³ skladišnog prostora (ukupnog)
Koristan skladišni prostor: 135 m³ x 2/3 = 90 m³
Količina peleta: 90 m³ x 650 kg/m³ = 58.500 kg ~ 60 t
Površina skladišnog prostora: 90 m³ : 2,6 m (visina prostorije) = 34,6 m² (npr. 5 m x 7 m)
Energetska vrijednost: 58.500 kg x 4,9 kWh/kg = 286.650 kWh (ekvivalent cca 30.000 l lož ulja)

TEORIJA**Lagerovanje sa transportom do kotla preko vakuumnog usisnog sistema**

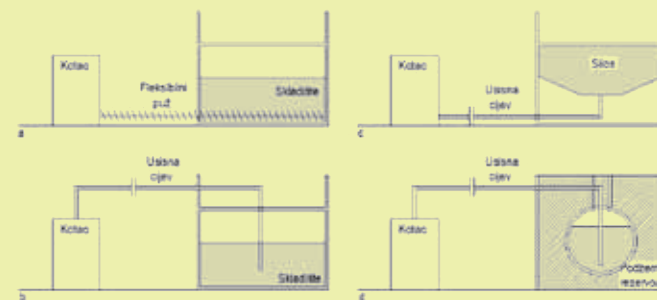
Varijanta sa vakuumskim usisnim sistemom je najčešća u slučajevima kada se soba za lager ne nalazi pored kotlarnice. Sa usisnim sistemom moguć je transport peleta na rastojanju do 15 metara. Usisni sistem se može adaptirati i povezati na puž iz lager sobe ili na silos za pelet.

Lagerovanje sa transportom do kotla preko fleksibilnog puža

U slučaju da se soba za lager ili silos za pelet nalaze u blizini kotlarnice, moguć je direktan dovod peleta u kotao preko fleksibilnog puža. Sa ovim sistemom može se izbjeći dnevni rezervoar peleta na kotlu. Pogonska jedinica za fleksibilni puž se direktno priključuje na kotao.

Varijante skladištenja peleta:

- skladište peleta i transport do kotla preko fleksibilnog puža
- skladište peleta i transport do kotla preko usisnog sistema
- silos za pelet i transport do kotla preko usisnog sistema
- podzemni rezervoar sa usisnom cijevi



Slika 32: Varijante skladištenja (DETAIL-Hegger, Fuchs, Stark, Zeumer: Energy Manuel)

Obratiti pažnju na:

Pogodno je kada prostorija za lager peleta ima jedan spoljni zid. Potrebno je obezbijediti napajanje od 230 V za usisni ventilator isporučioca peleta, kao i prekidač za isključivanje kotla na pelet. Pelet ne trpi dugotrajno skladištenje i ne preporučuje se skladištenje van grejne sezone, jer usljed stajanja i gravitacione sile može da dođe do raspadanja peleta i stvaranja prašine.

Pelet koji se koristi kao gorivo u kotlovima mora odgovarati zahtjevima koje navodi proizvođač kotlova, a tu se prvenstveno misli na sadržaj vlage i dimenzije.

Skladištenje drvnih peleta postavlja posebne zahtjeve bezbjednosti (pelet kao krajnji proizvod je vrlo osjetljiv na vlagu tako da skladište mora da bude suvo, vrata i zidovi skladišta moraju biti vatrootporna, u skladištu ne smije biti električnih instalacija).

/// Opis postojećeg stanja

Opis kao i za mjeru "Zamjena starih konvencionalnih kotlova niskotemperaturnim i kondenzacionim kotlovima"

/// Opis mjere

Navesti ime proizvođača, tip i ukupni nazivni kapacitet predloženog kotla na pelet. Dati opis kompletnog postrojenja za sagorijevanje peleta: gorionika, digitalne regulacije (automatizovan proces), skladišta za pelet, transportera.

Opisati prostoriju za smještaj kotlovskog postrojenja, kao i prostora koji će predstavljati skladište za pelet. Naznačiti njihovu lokaciju u objektu, kao i na koji način se ostvaruje dopremanje peleta (pristupni put za čistijernu).

Navesti i sve ostale izmjene koje je potrebno izvršiti na ostalim djelovima postojećeg sistema za grijanje u cilju postizanja kompatibilnosti sa novim kotlovima kao i u mjeri "Zamjena starih konvencionalnih kotlova niskotemperaturnim i kondenzacionim kotlovima".

/// Procjena investicije

100-350 €/kW (jedinična cijena po kW snage kotla)
Investicijom je obuhvaćena demontaža postojećeg kotla, nabavka i montaža novog kotla na pelet sa gorionikom, transporterom, skladištem za pelet, digitalnom regulacijom.

/// Potencijali ušteda

40-60% smanjenje troškova grijanja

/// Postupak i period održavanja

Kotao na pelet zahtijeva više rada samog korisnika oko dopremanja goriva, čišćenja i odvoza produkata sagorijevanja nego što je to slučaj sa kotlom na lož ulje ili gas. Svakih 5-10 dana potrebno je provjeriti količinu pepela i isprazniti ga. Dva puta godišnje potrebno je očistiti gorionik, rešetku i ventilator, isprazniti i očistiti rezervoar za pelete, provjeriti fleksibilnu spojnu cijev, provjeriti električne kablove.

Preporučuje se da se godišnje održavanje povjeri ovlaštenom servisu proizvođača. Jednom godišnje preporučuje se i pregled instalacije za odvod dima.

/// Vrijeme povrata investicije

2,5-5 godina (u zavisnosti od potrošnje)

/// Životni vijek mjere

15-20 godina

/// ENSI

Kao i za mjeru "Zamjena starih konvencionalnih kotlova niskotemperaturnim i kondenzacionim kotlovima"

Mjera 6: Zamjena starih konvencionalnih kotlova toplotnim pumpama koje koriste kao izvor toplote vazduh, zemlju ili podzemnu vodu

Zamjenom starog konvencionalnog kotla toplotnom pumpom ostvarujemo višestruku korist: povećanje energetske efikasnosti sistema grijanja, smanjenje potrošnje energenta za proizvodnju iste količine toplotne energije, značajno smanjenje troškova grijanja, kao i smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu.

Prepreku u primjeni toplotnih pumpi predstavljaju veći investicioni troškovi u odnosu na konvencionalne sisteme grijanja. Međutim, ukupni troškovi pogona su mnogo manji. Troškovi ulaganja zavise od primijenjenog izvora toplotne energije i efikasnosti toplotne pumpe, dok troškovi pogona najviše zavise od cijene električne energije.

Osnovne pretpostavke koje trebaju biti ispunjene za efikasnu primjenu toplotnih pumpi su:

- ▶ Dovoljno visoka i relativno konstantna temperatura izvora toplote duže vrijeme (npr. cijelu grejnu sezonu);
- ▶ Mala udaljenost toplotnog izvora i ponora;
- ▶ Toplotni ponor umjerenog temperaturnog nivoa;
- ▶ Veliki broj sati upotrebe tokom godine (veća isplativost);
- ▶ Visoke cijene drugih izvora energije (u cilju postizanja većih ušteda).

Izbor izvora toplote

Vazduh, voda i zemlja, kao izvori toplote za primjenu toplotnih pumpi, imaju svoje prednosti i nedostatke (tabela 15), i koji će se od ovih izvora toplote koristiti, određuje se između ostalog, prema lokalnim uslovima i troškovima povezivanja. U svakom slučaju prednost treba dati onom medijumu koji uz minimalne troškove povezivanja nudi najvišu temperaturu izvora toplote.

Kao pomoć pri donošenju odluke može da posluži tabela 14.

	Cijevni kolektori u tlu	Dubinske sonde u bušotinama	Podzemne vode	Vazduh
Dostupnost / mogućnost ugradnje	po mogućnosti slobodne površine	bilo gdje	zavisi od lokalne dostupnosti	bilo gdje
Potreba za prostorom	velika	mala	mala	mala
Prosječna temperatura zimi	-5 do +5°C	0 do 10°C	8 do 12°C	-25 do +15°C
Potreba za dozvolom za korišćenje	ne	skoro uvijek	uvijek	ne
Tipični odnos energetske efikasnosti toplotne pumpe (EER)	4-0	4-5	4-5	3-3
Troškovi povezivanja	visoki	vrlo visoki	vrlo visoki	mali

Tabela 14: Poređenje različitih izvora toplote za primjenu toplotne pumpe (DETAIL-Hegger, Fuchs, Stark, Zeumer: Energy Manuel)

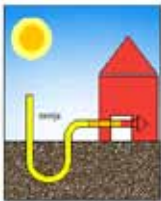
	Vazduh	Voda	Zemlja
PREDNOSTI	 Dostupan je u neograničenim količinama i u svako doba	 Podzemne i bunarske vode Konstantna temperatura tokom godine Površinske vode (rijeke, jezera, mora) Temperatura morske vode u našim uslovima su više od riječnih i jezerskih	 Relativno konstantna temperatura tokom godine

Tabela 13: Prednosti
i nedostaci različitih
izvora toplote

NEDOSTACI	Značajne dnevne i sezonske varijacije temperature	Podzemne i bunarske vode Podliježe dobijanju dozvole	Zahtijevaju veliki prostor u slučaju cijevnih kolektora (horizontalna mreža)
	Konfliktna priroda spoljnih temperatura i zahtjeva za grijanjem tokom godine	Vrše se prethodna istraživanja u cilju utvrđivanja nivoa, izdašnosti, temperature i sastava vode	Investiciono su skuplji po jedinici snage od sistema koji koriste vodu ili vazduh
PRIMJENA	Na nižim temperaturama može doći do obrazovanja leda, kao i stvaranja velike buke vibracijom	Površinske vode (rijeke, jezera, mora) Veliko korišćenje može dovesti do termičkog “zagađenja” Mora se predvidjeti grubo prečišćavanje voda Uzeti u obzir agresivnost morske vode pri odabiru materijala za cjevovode i armature	
	Ugradnja u podnebljima sa umjerenom klimom (primorski i umjereno-kontinentalni krajevi)	Podzemne i bunarske vode Pogodne su za toplotne pumpe malih i srednjih učinaka	Primjena u monovalentnom sistemu grijanja
	Primjena u bivalentnom sistemu grijanja (kada se dopunski izvor toplote koristi u nepovoljnijim vremenskim uslovima)	Primjena u monovalentnom sistemu grijanja Površinske vode (rijeke, jezera, mora) Ekonomski opravdano korišćenje ako se objekti nalaze u neposrednoj blizini i kod spoljnih temperatura iznad 0°C	

Preporuke za grubu procjenu kapaciteta izvora toplote

Kapacitet izvora toplote

$$\phi_{izvora} = \frac{\phi_i}{\beta(\beta - 1)}$$

ϕ izvora = kapacitet [kW]

ϕ_i = standardno toplotno opterećenje [kW]

β = faktor hlađenja (EER)

Gruba procjena po kW ϕ_{izvora}

Cijevni kolektori u tlu	30 m ²
Dubinske sonde u bušotinama	20 m
Spoljašnji vazduh	300 m ³ /h
Podzemne vode	0.15 m ³ /h

Dimenzionisanje sistema grijanja

Toplotno opterećenje objekta se određuje na sličan način kao i za mjeru “Zamjena starih konvencionalnih kotlova niskotemperaturnim i kondenzacionim kotlovima”.

Ogromnu većinu postojećih instalacija za grijanje čine one sa radiatorima, koje koriste vodu sa temperaturom 90°C/70°C, dok je broj onih sa napojnom vodom čija je temperatura niža od 70°C mnogo manji. U sistemima radijatorskog grijanja sa temperaturom vode 90°C/70°C, toplotna pumpa se može koristiti u bivalentnom režimu rada.

U postojećim objektima toplotni ponor nam definiše stara instalacija. Nakon izbora vrste pogona i tipa toplotne pumpe (s obzirom na toplotni izvor), a zatim i određivanja toplotnog opterećenja objekta, potrebno je da odredimo udio toplotne pumpe kao glavnog izvora toplotne energije, kao i udio postojećeg dopunskog izvora, koji je do rekonstrukcije bio jedini. Pri odlučivanju o učešću toplotne pumpe u paralelnom ili alternativnom radu, definisali smo i njenu veličinu. Iz ovih podataka dolazi se do odnosa udjela energije koju daju toplotna pumpa i dopunski izvor.

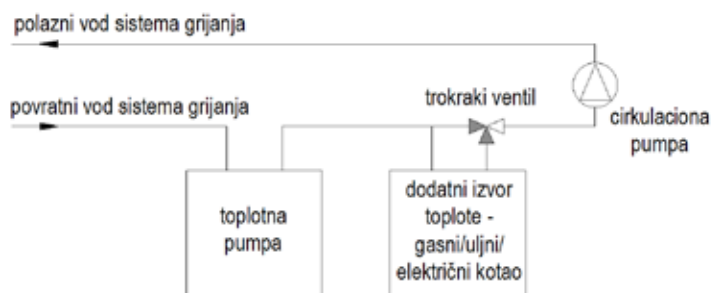
Toplotna pumpa radi sa nižim temperaturama od onih sa kojima rade konvencionalni kotlovi na fosilna goriva, i da bi se obezbijedila potrebna količina toplote za dati objekat treba povećati postojeće površine emisionih tijela.

Toplotna pumpa je dizajnirana da radi sa temperaturnom razlikom od 5°C do 7°C , dok postojeći sistem radi sa 15°C do 20°C . Stoga je neophodno instalirati pufer tako da strujni krugovi mogu biti razdvojeni.

Ugradnja toplotne pumpe može dovesti do promjene električne snage ili promjene u konekciji (3-fazna umjesto 1-fazne).

Toplotna pumpa gdje je toplotni izvor vazduh je najčešće korišćen tip i koristi se u kombinaciji sa back up sistemom grijanja.

Slika 33: Položaj toplotne pumpe kao izvora toplote u sistemu



/// Opis postojećeg stanja

Opis kao i za mjeru "Zamjena starih konvencionalnih kotlova niskotemperaturnim i kondenzacionim kotlovima"

/// Opis mjere

Predložiti grijanje objekta putem toplotne pumpe koja koristi toplotnu energiju okoline sadržanu u spoljašnjem vazduhu/tlu/podzemnim vodama. Naznačiti toplotni kapacitet toplotne pumpe u kW i njene osnovne parametre (koeficijent učinka – COP, godišnji koeficijent efikasnosti – HSPF). Naznačiti njenu lokaciju u objektu.

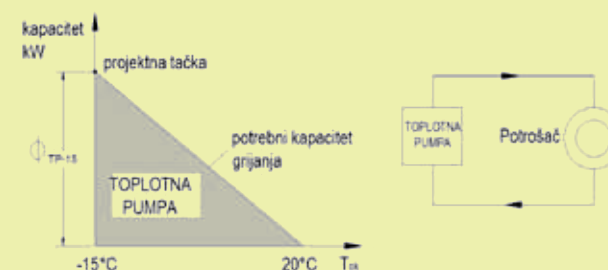
TEORIJA

Tipični koncepti instalacije sistema grijanja sa toplotnom pumpom

Toplotna pumpa se za grijanje objekata može primijeniti u dva osnovna sistema grijanja: monovalentnom i bivalentnom sistemu.

Monovalentni sistem

U monovalentnom sistemu toplotna pumpa je jedini toplotni izvor, tako da se energija potrebna za grijanje objekta dobija samo iz nje u toku cijele grejne sezone, nezavisno od spoljnih uslova. Osnovna karakteristika monovalentnih sistema sa toplotnom pumpom je da su to niskotemperaturni sistemi. Zbog toga se mora primijeniti podno, panelno ili niskotemperaturno radijatorsko grijanje.



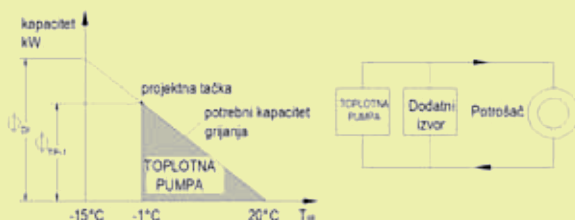
Bivalentni sistem

Bivalentni sistem grijanja podrazumijeva da u sistemu grijanja pored toplotne pumpe postoji još neki izvor toplote (sa fosilnim ili nekim drugim gorivom). Bivalentni sistem grijanja omogućava dobijanje više temperature vode u razvodnom sistemu, a time i primjenu visokotemperaturnog radijatorskog grijanja.

U bivalentnom sistemu grijanja mogući su bivalentno-alternativni i bivalentno-paralelni sistem grijanja.

a) Bivalentno-alternativni sistem grijanja

Bivalentno-alternativni sistem grijanja podrazumijeva da toplotna pumpa i kotao ne rade istovremeno, već posebno (alternativno). Toplotna pumpa služi za pokrivanje osnovnog opterećenja, a kotao za pokrivanje vršnog toplotnog opterećenja.

**b) Bivalentno-paralelni sistem grijanja**

U bivalentno-paralelnom sistemu grijanja, toplotna pumpa radi u toku cijele grejne sezone. Kotao se uključuje u pogon da radi zajedno (paralelno) sa toplotnom pumpom u uslovima niskih spoljnih temperatura, i to na način da kotao temperaturu polazne vode dogrijava dovoljno visoko za potrebe visokotemperaturnih sistema grijanja, pošto se ona prethodno do izvjesne granice zagrije u toplotnoj pumpi.



Monovalentne toplotne pumpe mogu same da ispune potrebe za grijanjem/hlađenjem, dok su bivalentne toplotne pumpe dimenzionisane na 20-60% maksimalnog toplotnog opterećenja i oko 50-95% godišnjeg zahtjeva za grijanjem.

U monovalentnom sistemu grijanja električni grejni element može biti dodatni izvor energije u uslovima niskih spoljnih temperatura. Kako oba izvora toplote rade sa jednom vrstom energenta – električnom energijom, ovaj slučaj

Opisati predviđeni koncept instalacije grijanja sa toplotnom pumpom: monovalentni/bivalentni. U slučaju bivalentnog načina rada, naznačiti dodatni izvor energije i navesti njegove karakteristike. Takođe, naznačiti udio toplotne pumpe kao glavnog izvora energije, kao i udio dodatnog izvora.

U slučaju izbora tla kao izvora toplote, navesti potrebnu površinu cijevnih kolektora u m², odnosno ukupnu dubinu sonde za slučaj vertikalnih bušotina.

U slučaju izbora podzemne vode kao izvora toplote, naznačiti da li se radi o sistemu sa jednim ili dva bunara vezano za uzimanje i vraćanje iskorišćene vode.

Naznačiti da li je potrebno prethodno pribaviti dozvolu od nadležnih institucija za korišćenje predloženog izvora toplote (podzemne vode, bušotine u zemlji).

Veliku ulogu na efikasnost sistema grijanja pomoću toplotne pumpe ima toplotna izolacija objekta. U loše izolovanim zgradama upotreba toplotnih pumpi za grijanje se ne preporučuje.

Navesti i sve ostale izmjene koje je potrebno izvršiti na ostalim djelovima postojećeg sistema za grijanje u cilju postizanja kompatibilnosti sa toplotnim pumpama.

S obzirom na složenost instalacije preporučiti izradu projektne dokumentacije.

Predvidjeti sve potrebne građevinske radove i radove na elektroinstalacijama, kao i puštanje u pogon nove instalacije.

/// Procjena investicije

720-1.200 EUR/kW kapaciteta toplotne pumpe (za uređaj i montažu), uz dodatni trošak od 150 EUR/kW za površinski iskop ili 720 EUR/kW za bušenje sonde.

/// Potencijali ušteda

50-60% smanjenje troškova grijanja

Uštede zavise od više faktora kao što su lokalni klimatski uslovi, efikasnost postojećeg sistema grijanja, cijene fosilnih goriva i električne energije, kao i veličine i parametara (COP, HSPF) toplotne pumpe koja će se instalirati.

U slučajevima da toplotnu pumpu koristimo i za pripremu STV i/ili za hlađenje, njena primjenljivost i ekonomičnost dolaze do posebnog izražaja.

/// Vrijeme povrata investicije

10-20 godina (u zavisnosti sistema grijanja i tipa toplotne pumpe)

/// Životni vijek mjere

15-20 godina za toplotne pumpe koje koriste vazduh kao izvor toplote
20-25 godina za toplotne pumpe koje koriste podzemnu vodu ili zemlju kao izvor toplote

/// ENSI

Relevantan parametar u softveru je Efikasnost izvora toplote, koji se nakon primjene mjere uvećava onoliko puta koliko iznosi parametar toplotne pumpe (npr. za COP pumpe 2,6 vrijednost efikasnosti izvora toplote će nakon mjere iznositi 260).

Mjera 7: Ugradnja sistema rekuperacije toplote iz otpadnog vazduha u sistemima ventilacije

Umjesto da se za predgrijavanje svježeg vazduha u ventilacionom sistemu koristi topla voda iz kotlarnice, a time troši i primarno gorivo, može se koristiti toplota sadržana u otpadnom vazduhu ventilacionog sistema. Na ovaj način se direktno ostvaruje ušteda primarnog goriva, koja je ekvivalentna rekuperisanoj toploti iz otpadnog vazduha, a takođe se doprinosi i očuvanju životne sredine.

Kada i kako koristiti sisteme rekuperacije toplote u postojećim objektima?

Odgovor na ovo pitanje zavisi od niza faktora, i za svaki slučaj pojedinačno je potrebno sprovesti analizu njegove ekonomske opravdanosti:

- ▶ potreba izraženih u fizičkom prostoru i rastojanju između elemenata sistema,
- ▶ temperature i količine otpadne toplotne energije,
- ▶ protoka vazduha,
- ▶ efikasnosti opreme za rekuperaciju energije,
- ▶ dodatne energije potrebne za funkcionisanje sistema za rekuperaciju energije, i
- ▶ mogućnosti prilagođavanja postojećih sistema.

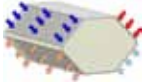
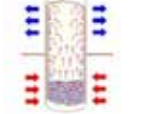
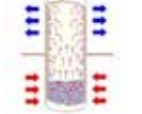
Ekonomičnost primjene sistema za rekuperaciju toplote u ventilacionim sistemima

Pri analizi ekonomičnosti sistema za rekuperaciju toplote, potrebno je preći četiri važna koraka:

1. **odrediti radne parametre za protok i temperaturu vazduha** (svježeg i otpadnog), vrijeme rada sistema, vrstu i cijenu goriva koje ventilacioni sistem koristi i efikasnost odabrane opreme;
2. **odabrati tip sistema za rekuperaciju energije**, utvrditi njegovu efikasnost i količinu rekuperisane energije;
3. **proračunati količinu uštedenog goriva** u određenom periodu vremena (godinu dana);
4. **odrediti troškove** uvođenja sistema.

Neke informacije koje mogu biti od pomoći pri određivanju prethodno navedenih parametara u cilju procjene odgovarajućeg sistema za povrat toplote, date su u sljedećoj tabeli.

Tabela 16: Poređenje različitih sistema za povrat toplote (izvor: Recknagel: Grijanje i klimatizacija)

	Dovodni i odvodni vazduh vode se zajedno	Izmjena materije je moguća	Postoje pokretni mehanički dijelovi	Stepen rekuperacije toplote	Ukupni troškovi uključujući instalaciju u EUR po m ³ /h	Specifična zapremina izmjenjivača u m ³ po 10.000 m ³ /h vazduha
Pločasti izmjenjivač sa unakrsnim protokom						
	da	ne	ne	45-65 %	0,35-0,65	1,00-1,80
sa suprotnosmjernim strujanjem						
						
Sistem cirkulacije vode						
	ne	ne	da	40-70%	0,70-1,40	0,80-1,40
Rotacioni izmjenjivač bez higroskopske slojevitosti						
	da	da (malo)	da	65-80%	0,50-0,80	1,00-1,60
sa higroskopskom slojevitosti						
	da	da (dobro)	da	65-80%	0,60-0,90	1,10-1,60
Toplotna cijev						
	da	ne	ne	35-70%	0,70-1,20	0,80-1,40

Najveći stepen izmjene toplote ne mora uvijek da bude najpovoljniji. Što je stepen rekuperacije toplote veći, to su i investicioni i pogonski troškovi veći. Pogonski troškovi se povećavaju jer je količina potrebne energije za ventilatore, pumpe ili kompresore veća.

/// Opis postojećeg stanja

Opis postojećeg sistema ventilacije:

- ▶ opis i veličina prostora koji se ventiliraju, kao i zahtjevi za izmjenom vazduha;
- ▶ ukupna instalirana snaga [kW] i kapacitet [m³/h] sistema ventilacije, broj i tip klima/ventilacionih komora;
- ▶ projektna količina vazduha u [m³/h] – usisnog (svježeg) i otpadnog (podatak naći u tehničkoj dokumentaciji ukoliko postoji);
- ▶ izmjerena količina vazduha u [m³/h] – usisnog (svježeg) i otpadnog, ukoliko su vršena mjerenja;
- ▶ izvor toplotne energije – navesti ime proizvođača, tip, starost, nosioca toplote, ukupni nazivni kapacitet izvora koji toplotom napaja ventilacioni sistem, kao i vrstu energenta koji koristi;
- ▶ grejna baterija za grijanje svježeg vazduha – navesti tip (električna ili toplovodna) i kapacitet [kW];
- ▶ ventilatori – usisni i potisni, navesti tip, starost i instalirani kapacitet [kW] ventilatora;
- ▶ ovlaživači, filteri, hladnjaci – ukoliko postoje navesti tip i kapacitet [kW] hladnjaka;
- ▶ kanalski razvod – opisati sistem kanala za dovođenje pripremljenog vazduha u prostorije i odvođenje otpadnog vazduha u okolinu, kao i stanje toplotne izolacije kanala;
- ▶ elementi za distribuciju vazduha – istrujni i odsisni otvori (rešetke, difuzori i dr), navesti broj i tip elemenata;
- ▶ ulazni, odnosno izlazni otvor za uzimanje svježeg, odnosno za izbacivanje otpadnog vazduha u okolinu i njihova pozicija u objektu;
- ▶ način automatske kontrole – regulacije ventilacije – opisati regulaciju sistema ventilacije sa svim karakteristikama;
- ▶ procijeniti opšte stanje sistema vizuelnim pregledom, kao i na osnovu eventualnih mjerenja.

TEORIJA

Za ocjenu efikasnosti sistema za povrat otpadne toplote koriste se veličine: stepen povrata toplote, stepen povrata vlage i pad pritiska.

Koeficijent povrata toplote se odnosi na povrat osjetne toplote i izražen na strani spoljašnjeg vazduha je jednak:

Koeficijent povrata vlage se odnosi na povrat latentne toplote i izražen na strani spoljašnjeg vazduha je jednak:

pri čemu su:

θ_{11} – temperatura otpadnog vazduha na ulazu u uređaj [°C]

θ_{21} – temperatura spoljašnjeg vazduha na ulazu u uređaj [°C]

θ_{22} – temperatura spoljašnjeg vazduha na izlazu iz uređaja [°C]

x_{11} – sadržaj vlage u otpadnom vazduhu na ulazu u uređaj [kgw/kgšz]

x_{21} – sadržaj vlage u spoljašnjem vazduhu na ulazu u uređaj [kgw/kgšz]

x_{22} – sadržaj vlage u spoljašnjem vazduhu na izlazu iz uređaja [kgw/kgšz]

Ovi izrazi važe za jednake masene protoke struja.

Zavisno od vrste uređaja, moguća je razmjena samo osjetne toplote, pri čemu dolazi do promjene temperature struja, ili razmjene osjetne i latentne toplote, pri čemu dolazi do promjene temperature i vlage struja vazduha. Uređaj za povrat osjetne toplote naziva se **rekuperator**, a uređaj za povrat ukupne toplote (osjetne i latentne) **regenerator**.

Osim rekuperativnog i regenerativnog postupka razmjene energije, postoji i postupak sa toplotnom pumpom. Ovaj način rekuperacije toplote nešto je skuplji i bira se samo kada nije moguća primjena drugih tipova izmjenjivača,

kao i pri uvećanoj ekonomičnosti (visokim troškovima goriva, povoljnim tarifama struje, velikom broju godišnjih pogonskih časova sa grijanjem zimi i hlađenjem ljeti).

Informacija o režimu rada sistema za ventilaciju:

- Naznačiti kada se sistem za ventilaciju uključuje da radi na podešenoj vrijednosti unutrašnje temperature tokom sedmice (radnim danima i vikendom).

/// Opis mjere

Naveći tip i osnovne karakteristike (stepen rekuperacije) predloženog uređaja za rekuperaciju toplote iz otpadnog vazduha.

Naveći i sve ostale izmjene/pripreme koje je potrebno izvršiti na ostalim djelovima postojećeg sistema u cilju ugradnje uređaja za rekuperaciju toplote.

Izračunati investiciona ulaganja i buduće eksploatacione troškove za primjenu predloženog rekuperatora toplote. Obratiti pažnju na dodatne potrošače električne energije (veći napor postojećih ventilatora, nova cirkulaciona pumpa).

Izračunati moguće uštede toplote ugradnjom rekuperatora, kao i vrijeme povrata investicije.

/// Procjena investicije

0,35-1,40 EUR/ m³/h, zavisno od tipa sistema za povrat toplote (uključena montaža)

/// Potencijali ušteda

40-80% utrošene energije za ventilaciju

/// Postupak i period održavanja

Periodično (najmanje jednom u 2 godine) čišćenje površine izmjenjivača toplote Od prašine i prljavštine

/// Vrijeme povrata investicije

1-5 godina (vrijeme je kraće što su sistemi veći, vrijeme pogona duže i klima hladnija)

/// Životni vijek mjere

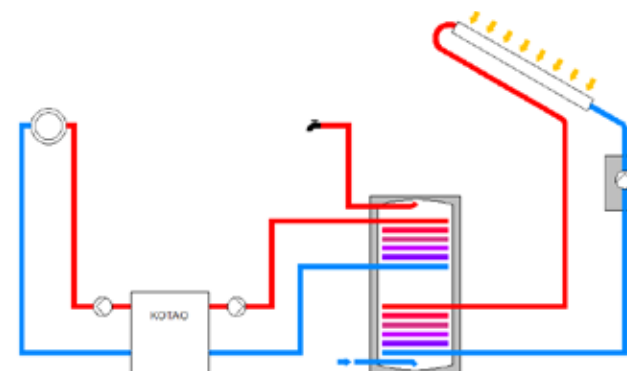
15 godina

/// ENSI

Relevantan parametar u softveru je Rekuperacija toplote. Nakon primjene mjere vrijednost parametra je jednaka efikasnosti predložene jedinice za rekuperaciju. Obratiti pažnju na bilansnu stavku Ventilatori i pumpe s obzirom na izmjene koje nastaju primjenom ove mjere (veći napor postojećih ventilatora, nova cirkulaciona pumpa).

Mjera 8: Zamjena individualnih električnih bojlera za pripremu sanitarne tople vode solarnim termalnim sistemima

Jedan od najekonomičnijih načina zagrijavanja sanitarne tople vode (STV) tokom cijele godine je kombinovani solarni sistem sa dodatnim toplovodnim i električnim grijačem. Zimi, u periodima nedovoljne insolacije ili povećane potrošnje, kao dopunski izvor koristi se izmjenjivač toplote kroz koji struji topla voda iz postojećeg kotla za grijanje objekta (na lož ulje, gas, električnu energiju ili biomasu). Tokom ljetnjeg perioda, kada sistem centralnog grijanja ne radi, za dogrijavanje se koristi električni grijač ugrađen u rezervoar tople vode.



Slika 34:
Kombinovani solarni
sistem

Osnovni parametri dimenzionisanja solarnih sistema

U fazi audita treba definisati tip solarnog sistema i približno izračunati potrebnu kolektorsku površinu i zapreminu rezervoara vode za zagrijavanje, kao i odrediti njihove pozicije u objektu. Detaljniji proračun solarnog sistema (ponovni proračun kolektorske površine i rezervoara, kao i dimenzionisanje izmjenjivača toplote, pumpe, ekspanzione posude i cijevnog sistema) rješava se u fazi projektovanja.

Korak 1.

Pregledom lokacije planirane instalacije utvrditi sljedeće:

Krov:

- ▶ tip krova (ravan krov/krov sa nagibom);
- ▶ stanje krova i mogućnost pristupa;
- ▶ raspoloživa montažna površina (dužina, širina) u m²;
- ▶ nagib krova u stepenima (preporuka: 25° do 50°);
- ▶ orijentacija, tj. odstupanje od pravca juga u pravcu istoka/zapada u stepenima (preporuka: ±20°, max 45°);
- ▶ postojanje zaklona/zasjenčenja.

Moguću lokaciju za smještaj rezervoara – akumulatora tople vode

Podatke o sistemu grijanja:

- ▶ kotao (starost, snaga u kW) i ostale komponente
- ▶ energent (lož ulje, TNG, električna energija, biomasa)

Korak 2.

Ukoliko je moguće od tehničkog osoblja dobiti dnevni, nedjeljni i mjesečni profil potrošnje STV, kao i informacije o eventualnim prekidima u radu sistema za pripremu STV.

Ako ne postoje informacije o potrošnji STV, izračunati potrebe za toplom vodom na osnovu preporuka o procjeni potrebne količine vode za različite objekte u zavisnosti od njihove namjene, datim u tabelama u aneksu 7.

Uz podatak o dnevnoj potrošnji tople vode naznačiti i njenu temperaturu (45°C, 60°C).

Takođe, obezbijediti i podatak o temperaturi hladne vode (vode iz gradske vodovodne mreže).

Korak 3.

Odabrati odgovarajući tip kolektora i navesti njegov koeficijent korisnog dejstva.

kolektor bez
zastakljenja

vazdušni
kolektor

pločasti
kolektor

kolektor
sa vakuum
cijevima

poprečni presjek

tok radnog
fluida

stepen korisnog
dejstva

radne
temperature

zagrijavanje
otvorenih
bazena,
toplotne
pumpe

grijanje toplim
vazduhom,
solarno hlađenje

zagrijavanje
STV, grijanje,
solarno
hlađenje,
procesna
toplota

Korak 4.

Za pravilan proračun solarne instalacije za određeno klimatsko područje veoma je važno znati dnevno zračenje sunca izraženo u Wh/m² dan.

Energetska ekonomija
rekuperacije toplote
zahtijeva zaptiven omotač
zgrade.

U knjizi "Energetska efikasnost zgrada" (str. 327 i 328) dati su klimatski podaci za Crnu Goru -Podaci o srednjem mjesečnom globalnom sunčevom zračenju (iz softvera "Meteonorm").

Korak 5.

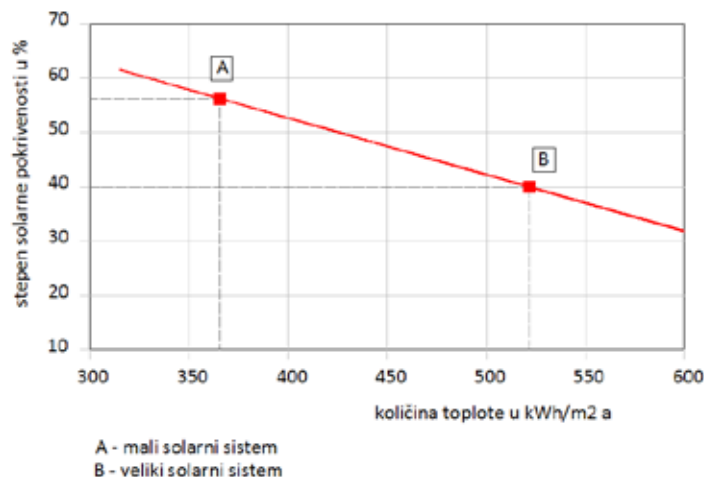
Odrediti stepen solarne pokrivenosti – procenat energije za zagrijavanje STV koja se dobija iz solarnog sistema.

Projektovanje optimalnog solarnog sistema uvijek predstavlja pronalaženje dobrog kompromisa između količine dobijene toplote (prinos) i solarne pokrivenosti, što znači i kompromis između

Slika 34: Tipovi kolektora i njihova primjena (Izvor: DETAIL-Hegger, Fuchs, Stark, Zeumer: Energy Manuel)

Dijagram 1: Solarna pokrivenost i količina dobijene toplote - projektovanje optimalnog solarnog sistema (Viessmann: Solar Thermal system - Technical Guide)

investicije u solarni sistem i ušteda u konvencionalnoj energiji. Preporučuje se vrijednost između 30 i 40% za veće sisteme.

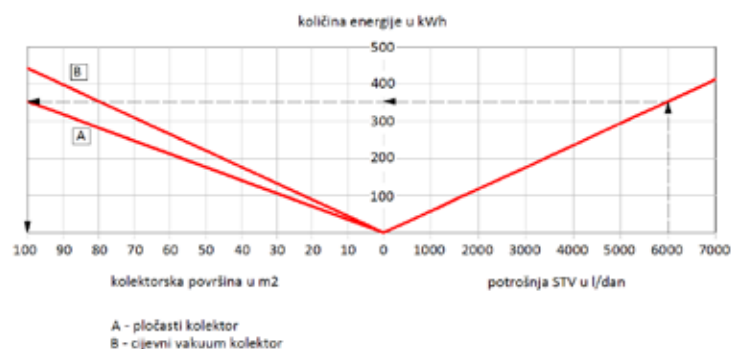


Dimenzionisanje kolektorske površine i zapremine rezervoara tople vode

Ukoliko su na raspolaganju neki od softverskih modela koji se koriste za proračun solarnih sistema (T*Sol, Transol, Polysun i dr), to predstavlja najbolji način da se ispita uticaj svih parametara i ponašanja korisnika po pitanju korišćenja STV na operativno stanje solarnog sistema, pogotovo kada su u pitanju veći solarni sistemi.

Prva gruba procjena potrebne kolektorske površine može se dobiti na osnovu nomograma za dimenzionisanje.

Dijagram 2: Nomogram za dimenzionisanje potrebne kolektorske površine (Viessmann: Solar Thermal system - Technical Guide)



Ovako izračunata kolektorska površina odnosi se na kolektore instalirane pod uglom od 45°C i usmjerene prema jugu, pri čemu dobijena količina energije predstavlja energiju potrebnu da bi se voda zagrijala sa 10°C na 60°C.

Zapremina rezervoara – akumulatora vode za zagrijavanje može se odrediti na osnovu preporuke da kolektorska površina od 1 m² zahtijeva zapreminu od 50 l u slučaju pločastog kolektora, odnosno 70 l u slučaju cijevnih vakuum kolektora.

/// Opis postojećeg stanja

Opisati postojeći način decentralizovanog grijanja potrošne vode. Navesti broj i snagu korišćenih individualnih električnih bojlera. Takođe, navesti i njihove pozicije u objektu, kao i namjenu pripremljene tople vode.

/// Opis mjere

Predložiti uvođenje pripreme STV solarnim termalnim sistemom.

Naznačiti tip i ukupnu apsorbersku površinu predloženih solarnih kolektora, kao i njihov položaj i lokaciju na odabranoj krovnoj površini.

Naznačiti tip i zapreminu rezervoara – akumulatora tople vode, kao i njegovu lokaciju u objektu.

Navesti i ostale djelove solarnog sistema koji će se bliže definisati u fazi projektovanja (izmjenjivači toplote, cirkulacione pumpe, ekspanziona posuda, cijevni sistem, sigurnosna i regulaciona oprema i dr).

Navesti stepen solarne pokrivenosti (procenat energije za zagrijavanje STV koja se dobija iz solarnog sistema).

Opisati način dodatnog zagrijavanja tople vode u periodima nedovoljne insolacije ili povećane potrošnje, kao i tokom perioda kada sistem centralnog grijanja ne radi.

Naveći pretpostavke koje su korišćene za proračun energetskih potreba: količinu potrošne vode, temperaturu tople vode, temperaturu hladne vode.

Ukratko opisati metod proračuna i dati osnovne podatke dobijene proračunom – potrebna kolektorska površina, zapremina rezervoara, izračunate uštede, investicione troškove i vrijeme povrata investicije, kao i ekonomski vijek trajanja. Priložiti šemu predloženog sistema grijanja STV.

/// Procjena investicije

Troškovi sistema zavise od vrste proizvoda i iznose između 400 i 1500 EUR/m² kolektorske površine. U ukupnim troškovima sistema približno je sljedeći odnos: kolektorski modul 36%, montaža 21%, rezervoar sa izmjenjivačem toplote 26%, solarna stanica uključujući regulaciju 8% i ostalo 9%.

/// Potencijali ušteda

60% potrošnje električne energije za zagrijavanje STV

/// Postupak i period održavanja

Preporučuje se godišnji servis koji uključuje: kontrolu i čišćenje rezervoara tople vode od kamenca (nakon 1-3 godina), kontrolu/zamjenu Mg-anode (zamjena nakon 1-3 godine), dopunjavanje glikola, kontrola pritiska ekspanzione posude (zamjena nakon 10-15 godina), kontrola izolacije (zamjena spoljne UV otporne izolacije nakon 10 godina), zamjena pumpi nakon cca. 15 godina

/// Vrijeme povrata investicije

5-10 godina

Pojednostavljeni proračun kolektorske površine potrebne za zagrijavanje sanitarne tople vode (STV)

Potrebna energija za zagrijavanje sanitarne tople vode [kWh,dan]:

$$Q = V \cdot \rho \cdot c_w \cdot \Delta t$$

gdje su:

Δt [°C] – razlika temperatura tople i hladne vode, V [m³,dan] – količina prosječne dnevne potrošnje tople vode koju treba zagrijati za Δt , ρ [kg/m³] – gustina vode na srednjoj temperaturi vode, $c_w = 4,182$ KJ/kg K – toplotni kapacitet vode.

Potrebna energija upadnog sunčevog zračenja [kWh,dan]:

$$Q_{sol} = \frac{Q}{\eta_k}$$

pri čemu je: η_k – efikasnost kolektora (odnos korisne energije predate vodi i energije upadnog sunčevog zračenja).

Podatke o prosječnom solarnom fluksu na horizontalnu površinu [kWh/m²] u klimatskoj zoni gdje se postavlja solarni sistem preuzeti iz priručnika "Energetska efikasnost zgrada" (Klimatski podaci za Crnu Goru – Podaci o srednjem mjesečnom globalnom sunčevom zračenju, iz softvera "Meteonorm"). Ukupan solarni fluks izračunati kao zbir srednjih mjesečnih vrijednosti za mjesec u kojima će se solarni sistem koristiti (G_{sol}).

Na osnovu srednjeg mjesečnog solarnog fluksa odrediti dnevni fluks [kWh/m²,dan], imajući u vidu broj dana perioda u kom se sistem koristi (n):

$$Q_{sol,d} = \frac{G_{sol}}{n}$$

Potrebna površina kolektora za zagrijavanje STV [m²]:

$$A_{kol} = \frac{Q_{sol}}{Q_{sol,d}}$$

Uzeti u obzir stepen solarne pokrivenosti, tj. procenat energije za zagrijavanje STV koja se dobija iz solarnog sistema (x [%]).

$$A_{kol,uk} = \frac{x}{100} \cdot A_{kol}$$

/// Životni vijek mjere

25 godina

/// ENSI

Relevantan parametar u softveru je potrošnja STV, koja se nakon primjene mjere umanjuje za procenat energije za zagrijavanje STV koja se dobija iz solarnog sistema.

Mjera 9: Ugradnja termostatskih ventila na postojeća grejna tijela

Slika 35:
Termostatski
radijatorski ventil

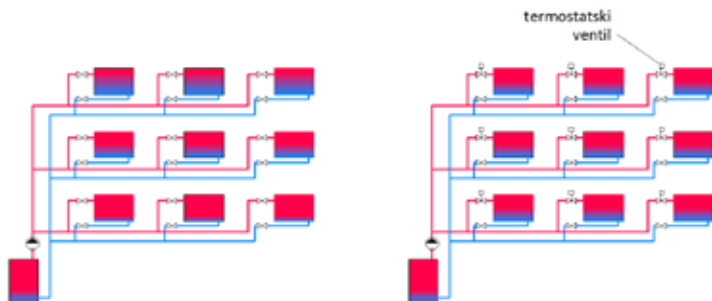


U objektu ne postoji lokalna regulacija temperature već se zgrada jednako grije bez obzira na stvarno potrebnu temperaturu u pojedinim prostorijama. Posljedica takvog sistema grijanja je pregrijavanje pojedinih prostorija, a zbog nemogućnosti jednostavnog regulisanja temperature osim

provjetravanjem prisutni su veliki gubici topote.

Jedno od najjednostavnijih rješenja je postavljanje termostatskih ventila s termostatskom glavom koji zajedno čine termostatski set koji reguliše temperaturu prostorije na način što upravlja protokom tople vode kroz radijator.

Slika 36: Sistem
grijanja u slučaju
nepostojanja lokalne
regulacije i sistem
grijanja u kom
postoje ugrađeni
termostatski ventili



Vrlo je važno obratiti pažnju koja se vrsta termostatskih glava predlaže za pojedini objekat.

Postoje dvije osnovne vrste termostatskih glava: klasične, koje su namijenjene za stambene objekte, i zaštićena termostatska glava za javne prostore, tj. model koji je predviđen za ugradnju u javnim objektima.

Ova podjela je vrlo važna pri mjerama za nestambene objekte, jer postavljene klasične termostatske glave u takvim objektima nisu otporne na devastaciju i neovlašteno korišćenje, pa stoga ne ostvaruju nikakvu regulaciju temperature. Termostatska glava za javne (nestambene) objekte ima mogućnost postavljanja temperature na zadatu vrijednost samo uz pomoć posebnog alata koji će imati ovlaštena osoba.

Preporučene vrijednosti temperatura prostorija:

U literaturi i standardima postoje podaci i preporuke za izbor unutrašnje projektne temperature za prostorije raznih namjena (bolnice, škole, vrtići, pozorišta, bioskopi, hoteli...). Izbor standardnih unutrašnjih temperatura je dat i u ankesu.

/// Opis postojećeg stanja

Opisati unutrašnje temperaturne uslove u objektu. Ukoliko su vršena mjerenja data loggerima na karakterističnim pozicijama unutar objekta, uporediti ih sa preporučenim vrijednostima temperature zavisno od namjene prostorija. Naveći i subjektivni utisak korisnika zgrade.

/// Opis mjere

Preporučiti ugradnju termostatskih ventila na postojeće radijatore u cilju ostvarivanja regulacije temperature unutar prostorija, a samim time i smanjenje potrošnje toplotne energije.

Naznačiti koja varijanta termostatskih glava se predlaže u zavisnosti od namjene objekta, tj. da li je u pitanju klasična varijanta ili dodatno zaštićeni model za ugradnju u škole i javne prostore.

Dati preporuke za temperature koje bi trebalo podesiti na termostatima zavisno od namjene prostorija.

Ukoliko se procijeni da je potrebno, predložiti ugradnju ventila za hidrauličko balansiranje.

Ukratko opisati postupak montaže koji se sastoji od: pražnjenja sistema grijanja (ispuštanje vode iz sistema), zamjene/ugradnje termostatskih ventila, punjenja sistema, odzračivanja i po potrebi hidrauličkog balansiranja sistema grijanja.

/// Procjena investicije

15-20 EUR/kom klasična varijanta, 25-40 EUR/kom tzv. anti vandal varijanta (uključena demontaža i montaža)

/// Potencijali ušteda

5-15% potrošnje energenta

/// Postupak i period održavanja

Sistem ne traži posebno održavanje

/// Vrijeme povrata investicije

Oko 3 godine

/// Životni vijek mjere

15 godina (u slučaju kvalitetnih proizvoda)

Obratiti pažnju: Kako bi se postigla maksimalna efikasnost termostatskog seta, potrebno je provjeriti ili osigurati optimalan hidraulički balans cijevne mreže koji se postiže ugradnjom ventila za hidrauličko balansiranje.

TEORIJA

Termostatski radijatorski ventili se koriste za individualnu regulaciju temperature u prostorijama. Za svoj rad ne zahtijevaju energiju, već se njihovo funkcionisanje zasniva na rastezanju, odnosno ekspaniranju termostatskog punjenja usljed promjena temperature. Punjenje može biti tečnošću ili gasom. Ušteda se ostvaruje na način da termostatski radijatorski ventil sam reguliše zadatu temperaturu u prostoriji koristeći sve raspoložive izvore toplote (sunce, ljude, kućne aparate...). Termostatski ventili se ne ugrađuju na radijatore u prostoriji gdje je ugrađen sobni termostat.

/// ENSI

U knjizi "Energetska efikasnost zgrada" u poglavlju 5.4 Referentna potrebna energija "Baseline" objašnjena je implementacija ove mjere u EAB softver.

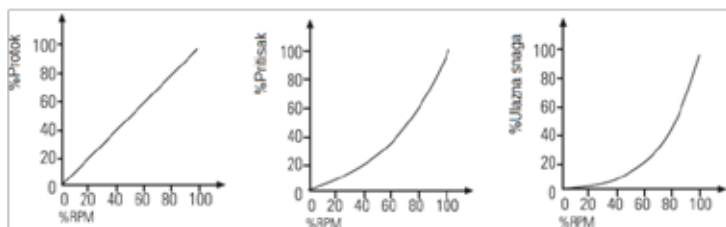
Mjera 10: Frekventna kontrola ventilatora

Ventilatori, pumpe i kompresori se često koriste bez kontrole brzine. U tom slučaju protok se reguliše sa ventilima ili prigušivanjem na druge načine. Kada se protok kontroliše bez regulacije brzine, motor radi sa punom brzinom. Sistemi grijanja, hlađenja i ventilacije (HVAC) rijetko zahtijevaju maksimalan protok, već on zavisi od brojnih faktora, kao što su npr. spoljna temperatura, itd.

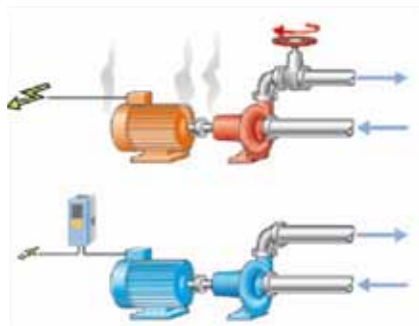
Upotrebom ventila i prigušivača prigušuje se protok, i sistem tokom najvećeg dijela vremena bespotrebno troši energiju.

U poređenju sa mehaničkim načinima upravljanja po protoku frekventni regulator ima velike prednosti i donosi velike uštede energije, naročito u ventilatorskim i pumpnim postrojenjima. Protok je direktno proporcionalan sa brzinom, dok je pritisak proporcionalan kvadratu brzine. Sa stanovišta uštede energije, najznačajnije je to što je snaga koja se troši proporcionalna trećem stepenu brzine. Na primjer, pogon koji radi sa polovinom brzine troši samo 12.5% nominalne snage.

Slika 37: Odnosi između pritiska, protoka, snage i brzine obrtanja osovine



Slika 38: Prednosti frekventne regulacije



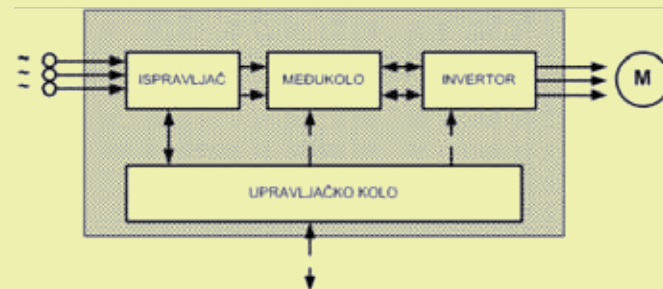
Pored ostvarivanja velikih ušteda u energiji, korišćenje frekventnog regulatora nudi i brojne druge prednosti:

- Broj startovanja i zaustavljanja mašine može se punom kontrolom brzine drastično smanjiti;

- Korišćenjem laganog ubrzavanja i usporavanja, izbjegavaju se naprezanja i nagli udari u mašinskim sklopovima;
- Smanjuju se troškovi održavanja.

TEORIJA

Frekventni regulatori su elektronski uređaji koji omogućavaju upravljanje brzinom asinhronih i sinhronih motora pretvarajući mrežni napon i frekvenciju, koji su fiksirane vrijednosti, u promjenljive veličine. Mnogo toga se promijenilo od pojave prvog frekventnog regulatora, koji je sadržavao u sebi tiristore, do pojave današnjeg mikroprocesorski upravljanog, ali je osnovni princip ostao isti.



Slika 39: Principijelna blok šema frekventnog regulatora

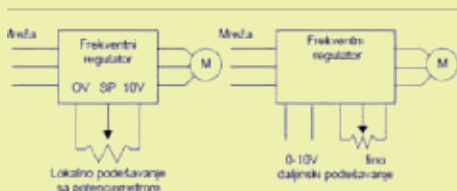
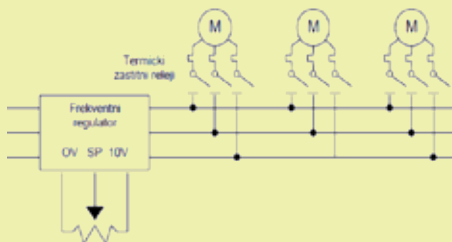
Frekventni regulator se sastoji od četiri glavne komponente, kao što je prikazano na slici.

Ispravljač je spojen s mono/trofaznim naizmjeničnim napajanjem i generiše pulsirajući jednosmjerni napon. **Međukolo** zavisno od tipa stabilizuje pulsirajući jednosmjerni napon ili konvertuje jednosmjerni napon ispravljača u promjenljiv naizmjenični napon. **Invertor** na izlazu generiše naizmjenični napon potrebne (promjenljive) frekvencije za napajanje motora. **Upravljačko kolo** šalje i prima signale iz ispravljača, međukola i invertora.

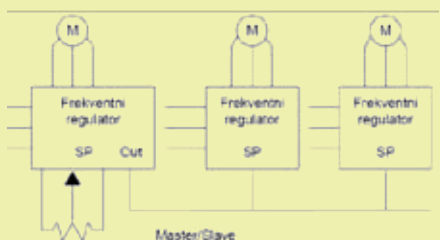
TEORIJA

Osnovni tipovi sistema na bazi frekventnih regulatora**Jedan motor – jedan frekventni regulator**

Najjednostavniji sistem sadrži jedan motor regulisan jednim frekventnim regulatorom, pri čemu se podešavanje brzine obavlja sa lokalnog potencijometra. Alternativno podešavanje brzine može da se izvede iz udaljenog izvora sa, pretpostavimo, potencijetrom za fino podešavanje brzine.

**Više motora – jedan frekventni regulator****Više motora – više frekventnih regulatora**

Određene aplikacije zahtijevaju da se određeni broj motora obrće istom brzinom ili da im brzine stoje u nekom podešenom odnosu.



Ovakav master/slave sistem je uobičajen u aplikacijama sa većim brojem transportera bez mehaničke sprege.



Slika 40: Noviji tipovi frekventnih regulatora

/// Opis postojećeg stanja

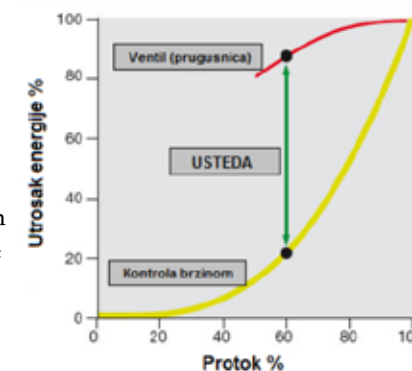
Potrebno je detaljno se upoznati sa raspoloživom projektnom dokumentacijom objekta, sa posebnim osvrtom na mašinski i elektro dio instalacija.

Upoznati se na licu mjesta sa sistemima grijanja, hlađenja i ventilacije, ali i sa drugim elektromotornim pogonima ukoliko postoje u objektu (npr. pumpna postrojenja, proizvodni pogoni i sl).

Precizno utvrditi da li postoji i da li ispravno funkcioniše frekventna regulacija kompresora, pumpi, ventilatora i generalno svih asinhronih i sinhronih motora u pomenutim sistemima.

/// Opis mjere

Cjelokupan sistem grijanja, hlađenja i ventilacije (HVAC sistem) se dimenzioniše prema najvećim zahtijevanim vrijednostima procesnih promjenljivih (protok, pritisak, temperatura...) što znači da su pumpe, ventilatori i kompresori predimenzionisani tokom najvećeg dijela radnog vremena. Na slici 41 prikazan je tipičan radni ciklus pumpe ili ventilatora. Tokom 90% radnog vremena zahtijevani protok je ispod 70%.



Slika 41: Ušteda energije upotrebom frekventne regulacije

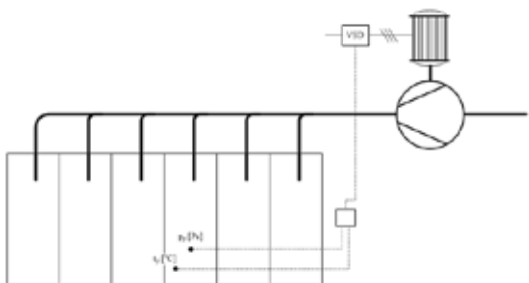
Kontrolisanjem brzine motora pumpe ili ventilatora mogu se postići značajne uštede energije.

PRIMJER

- ▶ U više paralelno povezanih prostorija koristi se ventilator za ubacivanje pripremljenog vazduha.
- ▶ Nominalna snaga ventilatora je 20 kW.
- ▶ Zadana je temperatura i nadpritisak u prostorijama.
- ▶ Mjerenjem je ustanovljeno da je protok zagrijanog vazduha za zadovoljenje potreba grijanja znatno manji od maksimalnog.
- ▶ Promjena protoka vazduha se vrši prigušivanjem.
- ▶ Ustanovljeno je da sistem radi u prosjeku 10 sati dnevno.

Izmjerena potrošnja električne energije postojećeg sistema (bez frekventne regulacije) u toku 24h iznosi 145,5 kWh.

Slika 42: : Šema regulacije sa frekventnim regulatorom (VSD)



Nakon ugradnje sistema sa frekventnom regulacijom izmjerena potrošnja električne energije u toku 24h iznosi 47,85 kWh. Ako se sistem koristi samo u zimskoj sezoni i ako je ukupan broj dana korišćenja 150, tada je godišnja potrošnja energije za pogon ovog sistema iznosi:

$$E = 145,5 \times 150 = 21.825 \text{ kWh/god}$$

U slučaju primjene frekventne regulacije, godišnja potrošnja će iznositi:

$$E_{vsd} = 47,85 \times 150 = 7.177,5 \text{ kWh/god.}$$

/// Procjena investicije

Ušteda u utrošenoj električnoj energiji u navedenom primjeru iznosi 14.647,5 kWh. Ako je cijena električne energije 0,1 €/kWh, onda su godišnje uštede 1464,7 €.

Procjena vrijednosti investicije:

1. Kupovina frekventnog regulatora:	3000 €
2. Cijena dodatne opreme:	500 €
3. Troškovi povezivanja i instalacije:	600 €

Ukupno:	4100 €
----------------	---------------

/// Vrijeme povrata investicije

Prost period povrata investicije iznosi $4100/1464,7 = 2,79$ godine.

Napomena:

Na primjeru je analiziran proračun izveden na osnovu mjerenja potrošnje energije u toku 24h. Međutim, u praksi je preporučljivo napraviti analizu na nivou jedne kalendarske godine, ili jedne sezone grijanja kako bi se dobili pouzdaniji podaci.

Vrijeme povrata investicije kreće se u rasponu od jedne do nekoliko godina zavisno od konkretnog slučaja, obično ne više od 3-4 godine, tako da spada u veoma isplative EE mjere.

/// Potencijali uštede

Korišćenjem frekventnog regulatora za kontrolisanje brzine motora može se uštedjeti i do 70% energije.

/// Postupak i period održavanja

Frekventni regulatori ne zahtijevaju posebno održavanje.

/// Životni vijek mjere

Životni vijek svodi se na radni vijek frekventih regulatora, što zavisi od kvaliteta uređaja može biti od 5 do 15 ili više godina.

/// ENSI

Generalne EE mjere, parametar TBM/EM.

Mjera 11: Kompenzacija reaktivne energije

Reaktivna energija

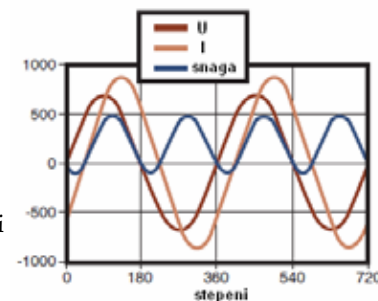
Reaktivna energija je dio utrošene energije koji se ne pretvara u koristan rad, već je potreban za stvaranje magnetnog polja električnih uređaja. Kod jednosmjerne struje nema faznog pomaka između napona i struje pa postoji samo aktivna snaga. Međutim, kod naizmjenične struje ukoliko postoji fazni pomak između napona i struje, osim aktivne postoji i reaktivna komponenta snage.

Aktivna snaga - P (kW)
 Reaktivna snaga - Q (kVAr)
 Prividna snaga - S (kVA)
 Fazni ugao - ψ

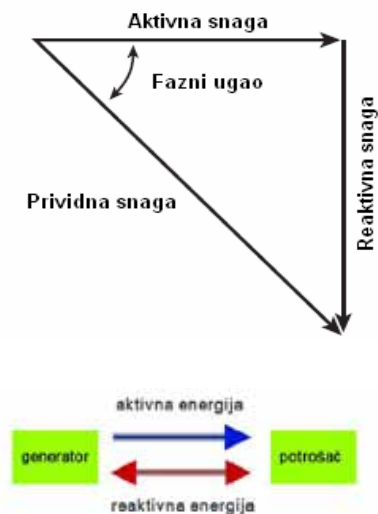
Induktivni potrošači (jednofazni i trofazni asinhroni motori, transformatori, prigušnice, fluo rasvjeta,...) u toku rada, iz mreže povlače, pored aktivne snage koja se pretvara u koristan rad (obrtanje osovine motora, svjetlost), i reaktivnu snagu koja se koristi za stvaranje magnetnog polja. Za razliku od aktivne energije koja se trajno "troši" u potrošaču, reaktivna energija "osciluje" između izvora i potrošača.

Prisustvo reaktivne energije u sistemu ima negativne posljedice – iako ne vrši koristan rad, reaktivna energija opterećuje prenosne vodove. Prividna snaga nekog sistema je vektorski zbir aktivne i reaktivne snage sistema.

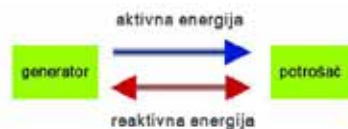
Što je manja reaktivna snaga potrošača, manja je i prividna snaga, a samim tim je manja



Slika 43: Slučaj kada postoji fazni pomak između struje i napona



Slika 44: Aktivna i reaktivna komponenta snage



Slika 45: Reaktivna energija "osciluje" između izvora i potrošača

i struja koja teče priključnim kablovima. Kao rezultat toga, povećava se prenosna moć kabla, odnosno istim presjekom kabla se može prenijeti veća aktivna snaga, smanjuje se zagrijavanje kabla i time produžava životni vijek izolacije, usled manje struje manji su padovi napona, što direktno utiče na pouzdan rad uređaja.

Kao mjera prisustva reaktivne energije u sistemu koristi se faktor snage ($\cos \varphi$). Faktor snage se definiše kao odnos aktivne i prividne snage nekog potrošača:

$$\cos \varphi = \frac{P \text{ (kW)}}{S \text{ (kVA)}}$$

Maksimalna vrijednost faktora snage iznosi $\cos \varphi = 1$, što znači da je prividna snaga jednaka aktivnoj, odnosno da potrošač ne zahtijeva reaktivnu energiju. Faktor snage $\cos \varphi = 1$ imaju čisto omski (rezistivni, otpornički) potrošači, razne vrste grijaca i sijalice sa užarenim vlaknom. Svi ostali potrošači pri svom radu povlače i reaktivnu energiju.

Slika 46: Induktivni i kapacitivni karakter reaktivne snage



Reaktivna energija ima dva karaktera – induktivni i kapacitivni. Induktivni karakter imaju uređaji koji u sebi sadrže različite namotaje. U najvećem broju to su svakako asinhroni motori koji predstavljaju i najčešće potrošače električne energije u industrijskim pogonima. Kapacitivni karakter imaju potrošači koji predstavljaju

kondenzatore različitih namjena. Nepovoljno je prisustvo, bilo induktivnih bilo kapacitivnih potrošača. Potrošači induktivnog i kapacitivnog karaktera su "suprotnog znaka", tj. uticaj potrošača induktivnog karaktera poništava se dodavanjem potrošača kapacitivnog karaktera.

Kada je potrebno vršiti kompenzaciju reaktivne energije?

Elektroprivreda Crne Gore, naplaćuje potrošnju prekomjerno preuzete reaktivne energije, odnosno razliku između stvarno preuzete

reaktivne energije i reaktivne energije koja odgovara faktoru snage $\cos \varphi = 0,95$.

Ukoliko je faktor snage $\cos \varphi < 0,95$, potrošač je dužan da ugradi uređaje za kompenzaciju reaktivne energije.

Potrošači koji dobijaju energiju sa faktorom snage $\cos \varphi \geq 0,95$ ne plaćaju reaktivnu energiju, pa tada nije potrebno vršiti ugradnju uređaja za kompenzaciju reaktivne energije.

Mjesečni trošak za reaktivnu energiju može biti znatan u zavisnosti od broja i veličine potrošača reaktivne energije u pogonu, odnosno od broja i snage asinhronih motora u pogonu, jer su to najčešći potrošači u pogonu.

Kompenzacijom reaktivne energije ne postiže se samo ekonomski efekat umanjenja računa za utrošenu energiju, već se postižu i mnogi drugi efekti:

- ▶ povećanje raspoložive snage;
- ▶ smanjenje gubitaka u prenosnim vodovima;
- ▶ smanjenje padova napona;
- ▶ povećanje vijeka trajanja opreme.

Kompenzacija reaktivne energije primjenom kondenzatora

Paralelnim priključivanjem kondenzatora potrošačima smanjuje se vrijednost prenesene reaktivne energije. Ovo povoljno utiče na smanjenje padova napona i gubitaka aktivne energije i snage u prenosu.

Postoje četiri moguća načina za izvođenje kompenzacije:

- ▶ pojedinačna kompenzacija;
- ▶ grupna kompenzacija;
- ▶ centralna kompenzacija;
- ▶ mješovita kompenzacija.

Kod **pojedinačne** kompenzacije uređaji za kompenzaciju (kondenzatori) se priključuju direktno na krajeve potrošača, i uključuju se i isključuju zajedno sa potrošačem. Mana ovakvog načina kompenzacije je ta, što kada se potrošač na koji je kondenzator vezan isključi, isključuje se i kondenzator pa ne može da kompenzuje reaktivnu energiju nekog drugog potrošača.

Grupna kompenzacija donekle umanjuje nedostatke pojedinačne kompenzacije. Kondenzatori za kompenzaciju se vezuju paralelno grupi potrošača, koji najčešće ne rade istovremeno. Na taj način se kompenzuje srednja vrijednost reaktivne energije grupe.

Najčešće primjenjivan način kompenzacije je **centralna** kompenzacija. Kod ovakvog načina kompenzacije primjenjuje se jedan sistem za kompenzaciju koji se sastoji od nekoliko kondenzatora i regulatora reaktivne energije.

Ovaj uređaj mjeri trenutni zahtjev potrošača za reaktivnom energijom i na osnovu toga uključuje manje ili više kondenzatora. Ovaj sistem se postavlja najčešće pored glavnog razvodnog ormara, na koji se i priključuje i tako kompenzuje reaktivnu energiju cijelog postrojenja ili objekta.

Mješovita kompenzacija objedinjuje sva tri prethodno navedena načina kompenzacije. Primjenjuje se kod izuzetno velikih pogona sa velikim brojem motora, pa se za određene pogone sa specifičnim karakteristikama primjenjuje odgovarajući vid kompenzacije.

Na osnovu navedenog treba se opredijeliti za način kompenzacije.

/// Opis postojećeg stanja

Opisati postojeće stanje objekta u kojem se planira kompenzacija reaktivne energije.

Na osnovu uvida u projektnu dokumentaciju, kao i snimanjem na licu mjesta, navesti osnovne karakteristike elektroenergetskog razvoda i stanje električnih instalacija, kao i sistem mjerenja.

Priložiti fotografije i IC izvještaje (sa termokamere). Priložiti jednopolnu šemu razvoda i opisati princip razvoda energije.

Formirati tabelu električnih potrošača sa karakteristikama (instalirana snaga, faktor snage ukoliko je informacija dostupna i sl).

PRIMJER

Mjera centralne kompenzacije reaktivne energije - primjer proračuna snage kondenzatora za kompenzaciju reaktivne energije

Pošto se u praksi najčešće primjenjuje mjera centralne kompenzacije na glavnom razvodu objekta, kao najisplativija, to će biti prikazan proračun snage kondenzatora, na osnovu podataka sa mjesečnog računa za električnu energiju, na primjeru jednog hotela:

Stanje brojala:	Staro	Novo	Konstanta	Potrošnja
Aktivna energija VT	672	721	400	19600
Aktivna energija MT	410	443	400	13200
Preuzeta reaktivna energija VT	316	354	400	15200
Preuzeta reaktivna energija MT	263	281	400	7200
Obračunata reaktivna energija VT *	*	*		8732
Obračunata reaktivna energija MT *	*	*		2844
Obračunska snaga	91			

*obračunava se razlika između stvarno preuzete reaktivne energije i reaktivne energije koja odgovara faktoru snage $\cos \phi \geq 0,95$

Na osnovu navedenih podataka proizilazi da je:

Ukupna aktivna energija	$E_a = 32.800,00 \text{ kWh}$
Ukupna reaktivna energija	$E_r = 22.400,00 \text{ kVARh}$
Angažovana (obračunska) snaga	$P = 89,00 \text{ kW}$

Tabela 17: Analiza mjesečnog računa za utrošenu električnu energiju na primjeru jednog hotela

Procijenjena reaktivna snaga pogona $Q = 60,5 \text{ kVAr}$
Faktor snage $\cos \phi = 0,826$



Potrebna snaga
kondenzatorskih baterija
potrebnih za kompenzaciju
do $\cos \phi = 1$ je:

$$Q_k = 60,5 \text{ kVAr}$$

Usvaja se prva veća
standardna jedinica za
automatsku kompenzaciju
reaktivne energije od 62,5
kVAr.

Slika 47: Izgled
kompenzacijskog
uređaja snage 62,5
kVAr

/// Opis mjere

Potrebna snaga može se odrediti na nekoliko načina:
poznavanjem parametara potrošača u pogonu može se izračunati
njihova reaktivna snaga na osnovu koje se određuje snaga
kondenzatorskih baterija, primjenom specijalnih mjernih uređaja,
mrežnih analizatora, može se u toku rada pogona izmjeriti
reaktivna energija koju povlači pogon, odnosno objekat, pa se na
osnovu mjerenja može odrediti potrebna snaga kondenzatorskih
baterija, i na osnovu mjesečnog računa za utrošenu električnu
energiju (na osnovu obračunatog utroška aktivne i reaktivne
energije, kao i angažovane snage može se odrediti potrebna snaga
kondenzatorskih baterija za kompenzaciju reaktivne energije).

/// Procjena investicije za navedeni primjer

1. Isporuka ormara sa opremom za kompenzaciju reaktivne energije:
1700 €
 2. Montaža, testiranje, ispitivanje, instalacioni kablovi i sitan
instalacioni materijal: 400 €
- Ukupno: 2100 € (bez PDV)

/// Vrijeme povrata investicije za navedeni primjer

Ako se uzme da je cijena reaktivne energije:
VTR 0,013050 €/kVArh (bez PDV)
NTR 0,006525 €/kVArh (bez PDV)
Mjesečni trošak za reaktivnu energiju iznosi: 132,5 € (bez PDV)
Prost period otplate iznosi 15,9 mjeseci.

/// Postupak i period održavanja

U toku radnog vijeka nije potrebno posebno održavanje, već samo
povremena kontrola. Nakon isteka životnog vijeka neophodna je
zamjena kondenzatora ukoliko se želi produžiti funkcija.
Temperaturni opseg radnog ambijenta od -40 do 55 °C, vlaga max
95%.

/// Životni vijek mjere

12-20 godina, zavisno od
kvaliteta kondenzatora.

/// ENSI

Generalne EE mjere,
parametar TBM/EM

Na primjeru je analiziran
proračun na osnovu mjesečnog
računa. Međutim, u praksi je
preporučljivo napraviti analizu
računa na nivou najmanje jedne
kalendarske godine, kako bi se
dobili pouzdaniji podaci.
Vrijeme povrata investicije
kreće se u rasponu od nekoliko
mjeseci do nekoliko godina
zavisno od konkretnog slučaja,
obično ne više od 3-4 godine, pa
spada u veoma isplative mjere
energetske efikasnosti.

Mjera 12: Zamjena klasičnih rasvjetnih tijela

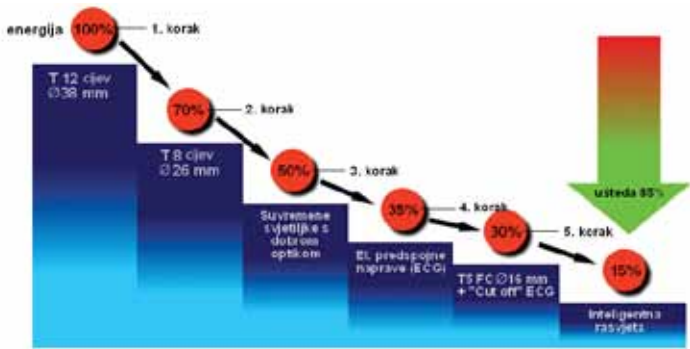
Danas se 70% rasvjete zasniva na fluorescentnim cijevima, odnosno veoma je velika zastupljenost ove tehnologije, posebno u poslovnim objektima, pa tu postoji i veliki potencijal za uštede zamjenom postojećih rasvjetnih tijela sa novim energetski efikasnijim.

Razvojem tehnologije proizvodnje fluo rasvjete, prečnik fluo cijevi se smanjuje, čime se postiže veća iskoristivost svjetlosnog sistema (izvor svjetlosti je bliži tačkastom). Danas se najčešće koriste cijevi prečnika 26 mm (T8 – 8/8”), a cijevi nove generacije imaju prečnik od 16 mm (T5). Postoje i 38 mm (T12) i 7 mm (T2) cijevi.

Fluorescentne cijevi se ne mogu priključiti direktno na mrežni napon, već im treba prigušnica, a kod starije generacije prigušnica i starter (pri paljenju im treba viši napon nego u pogonu – koristi se samo uz magnetske prigušnice).

Magnetske prigušnice su induktivni potršaći koji se spajaju u seriju s izvorom svjetlosti. Savremeni rasvjetni sistemi sve više koriste elektronske prigušnice. Primjenom modernih tehnologija i metoda, mogućnosti za uštede energije su dosta velike.

Slika 48: Mogućnost uštede korišćenjem savremene rasvjete



Dakle, fluorescentne cijevi predstavljaju značajan potencijal za uštede električne energije. Primjera radi, samo se zamjenom magnetske prigušnice elektronskom može ostvariti i do 25% ušteda električne energije, a uz to se dodatno produžava radni vijek fluorescentne cijevi, zatim se dobija rad bez treperenja koje se javlja

uz magnetsku prigušnicu, niži su troškovi održavanja, a dodatno se popravlja i $\cos \phi$.

/// Opis postojećeg stanja

Potrebno je detaljno obići sve prostorije u objektu i evidentirati broj i stanje svih rasvjetnih tijela, sa tipom lampi, tipom i snagom svjetiljki. Uvrditi da li se kod fluo lampi koriste magnetne ili elektronske prigušnice, i da li postoje senzori nivoa osvjetljaja i senzori prisustva.

Uvrditi način kontrole rasvjete, kao i režim upotrebe, odnosno prosječno dnevno korišćenje rasvjetnih tijela.

Izmjeriti luksmetrom intezitet osvjetljenja u više prostorija (po mogućnosti u svima) i izvršiti upoređenje sa standardima. Ukoliko je osvjetljenje nedovoljno ili prejako, i to treba uzeti u obzir u okviru predloženih mjera korigovanja sistema rasvjete.

/// Opis mjere dat je na primjeru jednog poslovnog objekta

Postojeća situacija sistema rasvjete u poslovnom objektu data je u sljedećoj tabeli.

Postojeća rasvjetna tijela	kom	kW/kom	kW	Sati dnevno	Dana godišnje	kWh/god
Inkadescentne (obične žarulje)	42	0,1	4,2	6	248	6249,6
Fluo 2x58W (magnetna prigušnica)	140	0,144	20,16	6	248	29998,08
						36247,68

Tabela 18: Analiza potrošnje energije sistema rasvjete u poslovnom objektu prije mjera

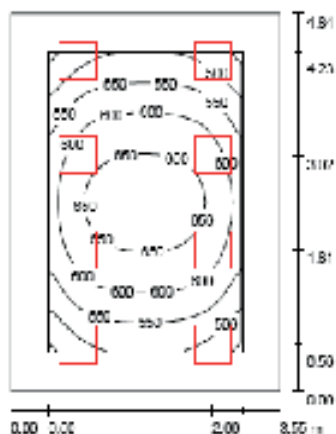
Fluo lampe su sa opalnim poklopcem sa po dvije fluo cijevi od 58W, sa magnetnom prigušnicom.

Mjerom je predviđena zamjena svih postojećih fluo lampi sa fluo lampama 2x55W tipa T5, sa elektronskim prigušnicama i senzorima za detekciju dnevne svjetlosti kako bi se optimizovala

Slika 49: Fluo lampe
sa magnetnom
prigušnicom

upotreba, na način da je zadovoljen potreban intenzitet osvjetljenja, čime će se očekivana prosječna dnevna upotreba po lampi u prosjeku smanjiti za oko 2h. Instalirana snaga nove lampe iznosi 110 W. Fotometrijskim

proračunom utvrđeno je da je ispunjena norma, odnosno da je postignut prosječan intenzitet osvjetljenja od oko 500 lux.

Slika 50:
fotometrijski
proračun

Lampe sa inkadescentnim svjetilkama od 100W nalaze se u sanitarnim, pomoćnim i zajedničkim prostorijama, i kao mjera je predviđena jednostavna zamjena sa kompakt fluo svjetilkama od 23 W, koje daju 20% veći intezitet osvjetljenja.

Nakon primjene navedenih mjera dobijamo sljedeću tabelu:

Nova rasvjetna tijela	kom	kW/ kom	kW	Sati dnevno (prosjek)	Dana godišnje	kWh/god
Inkadescentne (obične žarulje)	42	0,023	0,966	6	248	1437,4
Fluo 2x55W T5 (elektronska prigušnica)	140	0,11	15,4	4	248	15276,8
						16714,2

Tabela 19: Analiza
potrošnje energije
sistema rasvjete u
objektu

/// Vrijeme povrata investicije na primjeru jednog poslovnog objekta

U navedenom primjeru na osnovu tabela 18 i 20 proizilazi da se na godišnjem nivou postiže ušteda energije od 19533 kWh/godišnje. Ako je cijena električne energije 0,1 €/kWh, onda su godišnje uštede 1953,3 €.

/// Procjene investicije na primjeru jednog poslovnog objekta

Zamjena 42 obične svjetiljke: $42 * 3 = 126 \text{ €}$
 Demontaža postojećih i montaža 140 novih fluo lampi sa
 senzorima: $140 * 75 = 10500 \text{ €}$
 Ukupno: 10526 €

Tabela 20 – Analiza
potošnje energije
sistema rasvjete u
poslovnom objektu
nakon primjene
mjera

Na osnovu toga prost period povrata investicije iznosi 5,38 godina.

Vrijeme povrata investicije prilikom zamjene rasvjetnog sistema varira od nekoliko mjeseci (prosta zamjena inkadescentnih svjetiljki sa fluo kompakt) do 10 i više godina kod većih investicionih zahvata.

/// Postupak i period održavanja

Važno je obezbijediti redovno održavanje i zamjenu oštećenih cijevi i prigušnica, kao i redovno čišćenje kako bi se održao projektovani nivo osvjetljenja.

/// ENSI

Pomenute mjere odražavaju se na sljedeće parametre: Lighting:
 Average power, Operation period.

Mjera 13: Upravljanje vršnom energijom

Vršna snaga

U kategoriji velikih potrošača, osim aktivne i reaktivne energije, mjeri se i vršna snaga. Upravljanje vršnom snagom, odnosno vršnom energijom kod ovakvih potrošača je veoma interesantna, odnosno isplativa mjera energetske efikasnosti.

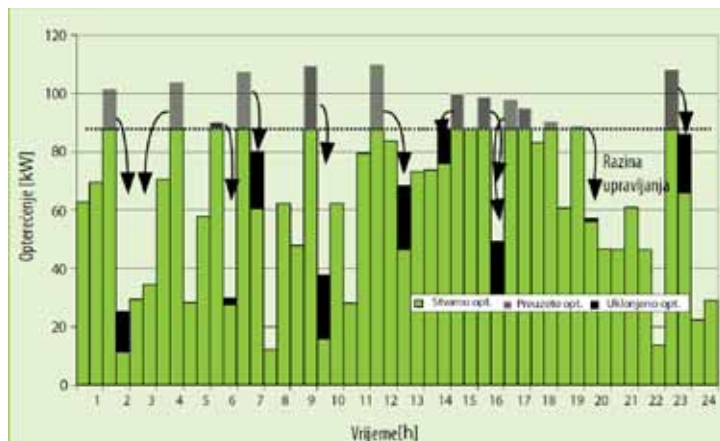
Obračunska snaga ili vršna snaga je maksimalana izmjerena srednja vrijednost aktivne snage u vremenu od 15 minuta u toku mjeseca i mjeri se maksimetrom.

U praksi troškovi vršne snage su u prosjeku između 30 % - 50 % ukupnog računa za utrošenu električnu energiju, a može se desiti da cijena koju platimo za obračunsku snagu premašuje iznos za utrošenu aktivnu snagu.

Opravljanje za ovako visoke cijene, elektrodistribuciona preduzeća vide iz razloga što mora da se ostvari stabilnost sistema i optimalni režim rada elektroenergetskog sistema, a glavni način da se to ostvari je da kupci električne energije budu u okvirima ugovorene potrošnje.

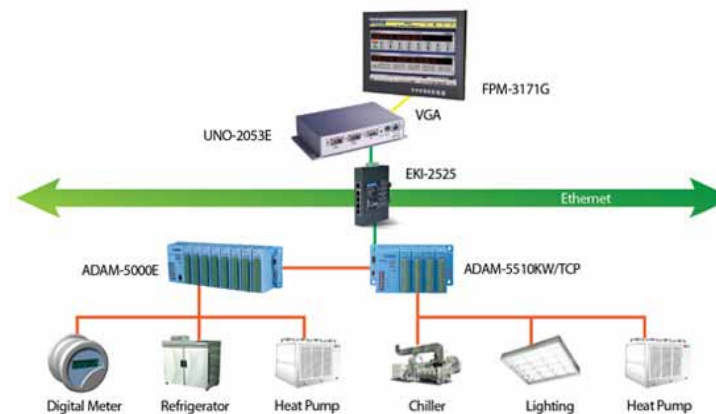
Iz ranije navedenog jasno je da je potrebno analizirati mogućnost smanjenja troškova koje dobijamo na osnovu obračunske snage.

Slika 51: Primjer
upravljanja vršnom
energijom



/// Opis mjere

Upravljanje vršnim opterećenjem se ostvaruje kontrolisanjem radnih režima najvećih potrošača. Cilj je izbjeći istovremeni rad, tj. rasporediti periode punog opterećenja različitih potrošača tako da se ne poklapaju.



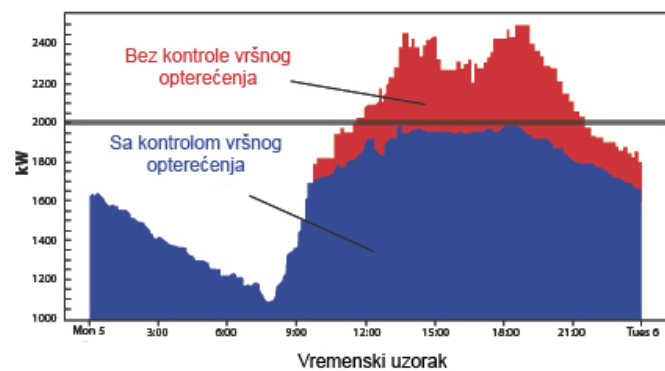
Slika 52: Primjer
šeme centralizovanog
upravljanja vršnom
energijom

/// Implementacija

U prvoj fazi se vrši instalacija mrežnih analizatora na ključnim energetskim tačkama u objektu (fabrika, pogon, tržni centar i drugi veći potrošači). Umrežavanjem analizatora svi podaci se dovode na centralni računar za nadzor i upravljanje potrošnjom. Na taj način trenutno pratimo sve parametre potrošnje uključujući i trenutnu i vršnu snagu. Već u ovoj fazi dobijamo korisne informacije kao što su npr. utrošak električne energije po sektorima proizvodnje ili po jedinici proizvoda, preopterećenost kablova i transformatora, neuravnotežen rad i sl.

U drugoj fazi se implementira upravljanje pojedinim potrošačima, njihovim rasporedom uključenja ili privremenim kratkotrajnim isključenjem potrošača koji neće narušiti proces proizvodnje, npr. klima-uređaji.

Slika 53: Efekat
primjene mjere
upravljanja vršnom
energijom



/// Potencijal za uštede

U praksi se pokazalo da se se primjenom ovakvih sistema troškovi vršnog opterećenja mogu smanjiti za preko 50%.

/// Vrijeme povrata investicije

Period isplativosti investije u najvećem broju slučajeva je ispod jedne godine, a raspon je od nekoliko mjeseci do nekoliko godina.

/// ENSI

Generalne EE mjere, parametar TBM/EM.

Aneksi

Aneksi

Aneks 1: Preliminarni upitnik za naručioca energetskog pregleda

Osnovne informacije o objektu				
Objekat:				
Adresa:				
Kontakt osoba:		Telefon:		
Tip objekta:	☐ stambeni ☐ poslovni ☐ obrazovni ☐ komercijalni ☐ zdravstveni ☐ administrativni ☐ kulturni ☐ turistički ☐ sportski ☐ ostalo			
Godina izgradnje:				
Ukupna površina:	[m ²]			
Grijana/hladena površina:	[m ²]			
Broj korisnika objekta:				
Vrijeme rada (po smjenama):	Radnim danima:		Vikendom:	
Da li je vršena rekonstrukcija ili nadogradnja objekta? Navesti kada i šta je urađeno.				

Glavni potrošači energije i vode u objektu

☐ Sistem za grijanje	Energent:	☐ lož-ulje ☐ TNG ☐ mazut ☐ drvena biomasa ☐ ugalj ☐ električna energija ☐ ostalo			
	Vrijeme rada	Godišnje:		Dnevno:	
☐ Sistem za hlađenje	Energent:	☐ električna energija ☐ ostalo			
	Vrijeme rada	Godišnje:		Dnevno:	
☐ Sistem za ventilaciju	Vrijeme rada	Godišnje:		Dnevno:	
☐ Sistem za pripremu sanitarne tople vode	Energent:	☐ lož-ulje ☐ TNG ☐ mazut ☐ drvena biomasa ☐ ugalj ☐ električna energija ☐ ostalo			
	Vrijeme rada	Godišnje:		Dnevno:	
☐ Sistem rasvjete	Vrijeme rada	Godišnje:		Dnevno:	
☐ Ostali potrošači električne energije	Vrijeme rada	Godišnje:		Dnevno:	
☐ Neki specifičan podsistem	Energent:				
	Vrijeme rada	Godišnje:		Dnevno:	
Koji sistem je po Vašem mišljenju najveći potrošač energije?					

Ostalo

Da li je bilo skorijih intervencija na/u objektu koji bi mogli uticati na potrošnju energije (npr. dodatna toplotna izolacija, zamjena stolarije, zamjena ili ugradnja nekog novog tehničkog sistema i sl.)?	
Da li se planiraju u skorije vrijeme intervencije na/u objektu koji bi mogli uticati na potrošnju energije?	
Da li su ispunjeni uslovi komfora u objektu (temperatura, osvetljenje,...)?	
Da li u objektu postoje neke zone gdje je previše toplo ili hladno?	
Da li prepoznajete neke probleme u ispravnom funkcionisanju objekta? Ako je odgovor potvrđan, navedite koji su to problemi.	
Neki specifični komentari tehničkog osoblja (opcionarno):	

Aneks 2: Kontrolne liste**Spoljašnji omotač objekta**

Ukupna površina poda	[m ²]	Kondicionirana površina	[m ²]
Ukupna zapremina	[m ³]	Kondicionirana zapremina	[m ³]
Površina poda (projekcija)	[m ²]	Broj spratova	
Obim poda	[m]	Neto visina prostorija	[m]

Spoljašnji zidovi

Opšta ocjena sadašnjeg stanja spoljašnjih zidova		☐ dobro ☐ prihvatljivo ☐ loše	
Ukupna površina	[m ²]	Srednja U vrijednost	[W/m ² K]
Opis konstrukcije zida (Z1)		Izolacija (postojeće stanje)	☐ da ☐ ne

Tabele ponoviti onoliko puta koliko tipova zida postoji na objektu.

Orjentacija	S	SI	I	II	J	JZ	Z	SZ
Površina zida [m ²]								
Konstrukcija zida (W1,...)								
U-vrijednost [W/m ² K]								

Tabele ponoviti onoliko puta koliko tipova zida postoji na objektu.

Prozori

Opšta ocjena postojećeg stanja prozora			☐ dobro ☐ prihvatljivo ☐ loše
Ukupna površina	[m ²]	Srednja U vrijednost	[W/m ² K]

Tip materijala	W – drvo, P – plastika, Al – aluminijum, Drugo:
Tip rama:	S – jednostruki, D – dupli, B – spregnuti
Tip stakla	1G – jednostruko zastakljenje, 2G – dvostruko zastakljenje, 3G – trostruko zastakljenje

Orientacija	Dimen. (a x b) [m x m]	Površina [m ²]	Količina [kom]	Ukupna površina [m ²]	Ukup. dužina fuga [m]	Tip materijala (W, P,...)	Tip rama (S, D,...)	Tip zastaklj. (1G,...)	Solarni dobici [g]	U-vrijednost [W/m ² K]
Ukupno										

Dodatne informacije i komentari (premaz/presvlaka stakla, punjenje gasom, toplotni mostovi, uočljiva oštećenja, slomljena/nedostajuća stakla, idr).

Dodati redova onoliko puta koliko tipova prozora postoji na objektu.

Vrata

Opšta ocjena postojećeg stanja			☐ dobro ☐ prihvatljivo ☐ loše
Ukupna površina	[m ²]	Srednja U-vrijednost	[W/m ² K]

Tip materijala	W – drvo, P – plastika, Al – aluminijum, Drugo:
Tip rama:	S – jednostruko, D – dvostruko, B – spregnuto
Tip zastakljenja	1G – jednostruko zastakljenje, 2G – dvostruko zastakljenje, 3G – trostruko zastakljenje

Orientacija	Dimen. (a x b) [m x m]	Površina [m ²]	Količina [kom]	Ukupna površina [m ²]	Ukup. dužina fuga [m]	Tip materijala (W, P,...)	Tip rama (S, D,...)	Tip zastaklj. (1G,...)	Solarni dobici [g]	U-vrijednost [W/m ² K]
Ukupno										

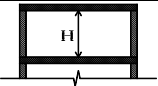
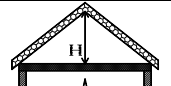
Dodati redova onoliko puta koliko tipova vrata postoji na objektu.

Krov

Opšta ocjena postojećeg stanja			☐ dobro ☐ prihvatljivo ☐ loše
Ukupna površina	[m ²]	Srednja U-vrijednost	[W/m ² K]

Krov / Zid / Plafon			
Konstrukcija (R1)		Izolacija (postojeće stanje)	☐ da ☐ ne

Dodati redova onoliko puta koliko tipova krova postoji na objektu.

Tip krova RF1	Potkrovlje, tip krova RF2	Potkrovlje, tip krova RF3	Potkrovlje, tip krova RF4	
Krov neposredno iznad grijanog prostora				
Srednja temperatur a u potkrovlju	[°C]	[°C]	[°C]	
Visina	[m]	[m]	H1 [m]	H2 [m]

Tip krova (Rf1, ...)	Dimenzije [m]	Površina [m ²]	Debljina [m]	Konstrukcija Tip (R1, ...)	U-vrijednost [W/m ² K]
Krovnna ploča					
Pod potkrovlja					
Vertikalni elementi					

Krovni prozori

Opšta ocjena postojećeg stanja			☐ dobro ☐ prihvatljivo ☐ loše
Ukupna površina	[m ²]	Srednja U-vrijednost	[W/m ² K]

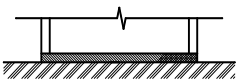
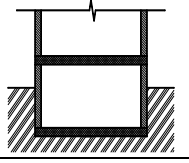
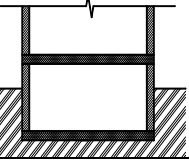
Materijal okvira	D – Drvo, P – plastika, Al – aluminium, Drugo:
Ram (okvir) - tip	S – jednostruki, D – dvostruki, B – spregnut
Tip zastakljenja	1G – jednostruko, 2G – dvostruko, 3G – trostruko

		Orijentacija
		Dimen. (a x b) [m x m]
		Površina [m ²]
		Količina [kom]
		Ukupna površina [m ²]
		Ukup. dužina fuga[m]
		Tip materijala (W, P,...)
		Tip rama (S, D,...)
		Tip zastaklj. (1G,...)
		Solarni dobici [g]
		U-vrijednost [W/m ² K]
Ukupno		

Dodati redova onoliko puta koliko tipova krovni prozora postoji na objektu.

Pod

Opšta ocjena postojećeg stanja			☐ dobro ☐ prihvatljivo ☐ loše
Ukupna površina	[m ²]	Srednja U-vrijednost	[W/m ² K]
Podna ploča / Podrumski pod / Zidovi			
Konstrukcija F1		Izolacija (postojeće stanje)	☐ da ☐ ne

Tip poda FL1 Ploča na tlu	Tip poda FL2 Negrijani podrum	Tip poda FL3 Grijani podrum
		
Srednja temperatura podruma	[°C]	[°C]
Visina podne površine u odnosu na nivo tla	[m]	[m]
Dubina podrumskog poda u odnosu na nivo tla	[m]	[m]
Visina podrumskih prostorija	[m]	[m]

Tip poda(FL1,...)	Dimenzije [m]	Površina [m ²]	Obim [m]	Debljina[m]	Konstrukcija Tip (FL,...)	U-vrijednost [W/m ² K]
Podna ploča						
Podrumski pod						
Zidovi						

Mjere, omotač objekta

Moguće mjere, omotač zgrade

☐	Dodatna izolacija, vanjski zidovi	☐	Zaptivanje fuga na fasadi
☐	Popravka vrata	☐	Nova vrata
☐	Popravka prozora	☐	Novi prozori
☐	Zaptivanje prozora, vrata	☐	Dodatna izolacija, krov
☐	Dodatna izolacija, pod	☐	
☐		☐	

Sistem grijanja

Tip sistema grijanja: ☐ pojedinačno ☐ centralno ☐ daljinsko			
Pojedinačno grijanje			
Izvor toplote:			Komentari:
Vrsta goriva:			
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Broj izvora toplote:			
Ukupan kapacitet:	[kW]	[kW]	Mogućnosti za primjenu EE mjera:
Starost izvora toplote:			
Stanje izvora toplote:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Grejna sezona:			
Vrijeme rada:	Radnim danima:	Vikendom:	

Centralno grijanje – izvor toplote

Izvor toplote:			Komentari:
Vrsta energenta:			
Nosilac energije:			
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Tip i proizvođač izvora toplote:			
Broj izvora toplote:			

Ukupan kapacitet:	[kW]	[kW]	Mogućnosti za primjenu EE mjera:
Tip gorionika:			
Efikasnost izvora toplote:			
Temperature vode:	[°C]		
Hemijska priprema vode:	☐ da ☐ ne		
Starost izvora toplote:			
Stanje izvora toplote:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Grejna sezona:			
Vrijeme rada:	Radnim danima:	Vikendom:	

Centralno grijanje – kotlarnica i skladištenje goriva

Položaj kotlarnice u objektu:		Komentari:
Rezervoar za gorivo:	☐ nadzemni ☐ podzemni	
Položaj rezervoara u odnosu na objekat:		
Mjerač potrošnje goriva:	☐ da ☐ ne	Mogućnosti za primjenu EE mjera:
Stanje sigurnosne opreme:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	
Stanje instalacije:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	

Regulacija:	☐ ručna ☐ automatska		
Tip automatske regulacije:			
Set-back temperatura:	☐ da ☐ ne	$T_{\text{set-back}} = \quad ^\circ\text{C}$	
Cirkulacija vode kroz kotlove koji ne rade:	☐ da ☐ ne		
Regulacija cirkulacionih pumpi:			
Stanje automatske regulacije:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Tip ekspanzione posude:	☐ otvorena ☐ zatvorena		Mogućnosti za primjenu EE mjera:
Zapremina ekspanzione posude:	[m ³]		
Sigurnosni ventil kotla:	$p_{\text{max}} = \quad \text{bar}$		
Granični termostati kotla:	$T_{\text{max}} = \quad ^\circ\text{C}$		
Stanje sigurnosne opreme:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Centralno grijanje – sistem razvoda			
Tip sistema:	☐ jednocijevni ☐ dvocijevni		Komentari:
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Ukupni kapacitet:	[kW]	[kW]	

Nosilac toplote:			Mogućnosti za primjenu EE mjera:
Temperature nosioca toplote:	[°C]		
Materijal cijevi:			
Materijal toplotne izolacije:			
Stanje toplotne izolacije:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Balansni ventili:	☐ da ☐ ne		
Curenja:	☐ da ☐ ne		
Stanje razvodnog sistema:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Centralno grijanje – grejna tijela			
Vrsta grejnog tijela:			Komentari:
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Tip i proizvođač grejnog tijela:			Mogućnosti za primjenu EE mjera:
Broj grejnih tijela:			
Ukupni kapacitet:	[kW]	[kW]	
Termostatski radijatorski ventili:	☐ da ☐ ne		
Stanje grejnih tijela:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		

Centralno grijanje – sistem za odvod dimnih gasova

Materijal dimnjaka:		Komentari:
Usklađenost dimnjaka i kotla:	☐ da ☐ ne	
Podpritisak dimnjaka:		Mogućnosti za primjenu EE mjera:
Kondenzacija dimnih gasova u dimnjaku:	☐ da ☐ ne	
Stanje dimnjaka:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	

Daljinsko grijanje

Lokacija toplane:			Komentari:
U upotrebi od (god):			
Vrsta kotlova:			
Broj kotlova:			
Vrsta energenta:			
Nosilac toplote:	☐ voda T > 110°C ☐ voda T < 110°C ☐ para		
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Ukupan kapacitet:	[kW]	[kW]	Mogućnosti za primjenu EE mjera:
Stepen korisnosti:			
Materijal toplovoda:			
Izolacija toplovoda:			

Način postavljanja toplovoda:	☐ podzemni ☐ nadzemni	
Temperatura razvodnog i povratnog voda:	[°C]	
Lokacija toplotne podstanice:		
Tip toplotne podstanice:	☐ indirektni ☐ direktni	
Toplotni izmjenjivač:		
Balansiranje mreže:	☐ da ☐ ne	
Mjerenje potrošnje vode:	☐ da ☐ ne	
Stanje sistema daljinskog grijanja:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	
Grejna sezona:		
Vrijeme rada:	Radnim danima:	Vikendom:

Sistem hlađenja/klimatizacije

Tip klimatizacionog sistema: ☐ centralni ☐ lokalni

Centralni klimatizacioni sistemi

U upotrebi od (god):			Komentari:
Nosilac energije:	☐ vazduh ☐ voda i vazduh ☐ voda		
Tip rashladnog uređaja:	☐ kompresorski ☐ apsorpcioni ☐ drugi		
Način hlađenja:	☐ direktno ☐ indirektno		
Čilera:			
Proizvođač i tip čilera:			
U upotrebi od (god):			
Pozicija čilera u objektu:			
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Broj uređaja:			
Rashladni kapacitet:	[kW]	[kW]	
Snaga kompresora:	[kW]	[kW]	
EER/ESEER:			
Rashladni fluid:			
Sekundarni fluid:	☐ voda ☐ rasolina		
Radna smjesa apsorpcionog čilera:			
Temperaturni režim:	[°C]		

Hlađenje kondenzatora:	☐ vazduh ☐ voda		Mogućnosti za primjenu EE mjera:
Rashladna kula:	☐ da ☐ ne		
Kapacitet rashladne kule:	[kW]		
Pozicija rashladne kule u objektu:			
Slobodno hlađenje:	☐ da ☐ ne		
Stanje čilera:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Evaporativno hlađenje:	☐ direktno ☐ indirektno		
Protok vazduha evap.hladnjaka:	[m ³ /s]		
Efikasnost zasićenja:	[%]		
PF faktor:	[%]		
Stanje evap.hladnjaka:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Toplotna pumpa:			
Proizvođač i tip toplotne pumpe:			
Primjena toplotne pumpe:	☐ grijanje ☐ hlađenje ☐ priprema STV ☐ povrat otpadne toplote ☐ drugo		
Toplotni izvor:	☐ vazduh ☐ voda ☐ tlo ☐ otpadna toplota		
Toplotni ponor:	☐ vazduh ☐ voda		
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	

Broj uređaja:		
Kapacitet hlađenja:	[kW]	[kW]
Kapacitet grijanja:	[kW]	[kW]
COP:		
EER:		
Stanje toplotne pumpe:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	
Klima komora:	☐ da ☐ ne	
Broj klima komora:		
Tip klima komore:		
Pozicija u objektu:		
Starost klima komora:		
Stanje klima komore:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu
Ukupna količina ubacivanog vazduha:	[m ³ /h]	[m ³ /h]
Temperatura ubacivanog vazduha:	[°C]	[°C]
Količina svježeg vazduha:	[m ³ /h]	[m ³ /h]
Količina otpadnog vazduha:	[m ³ /h]	[m ³ /h]
Temperatura otpadnog vazduha:	[°C]	[°C]
Recirkulacija vazduha:	[%]	[%]

Hladnjak:		
Izvor rashladne energije hladnjaka:		
Efikasnost izvora energije hladnjaka:		
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu
Kapacitet hladnjaka:	[kW]	[kW]
Grijač vazduha	☐ toplovodni ☐ parni ☐ električni	
Izvor toplote grijača vazduha:		
Efikasnost izvora toplote grijača:		
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu
Kapacitet grijača vazduha:	[kW]	[kW]
Filteri:	☐ odvodni ☐ dovodni	
Tip filtera:		
Ovlaživač:	☐ voda ☐ para	
Tip ovlaživača:		
Sistem za povrat otpadne toplote:	☐ da ☐ ne	
Tip sistema za povrat otpadne toplote:		
Efikasnost sistema za povrat otpadne toplote:	[%]	

Regulacija sistema hlađenja:	☐ ručna ☐ automatska	
Tip automatske regulacije:		
Stanje automatske regulacije:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	
Sistem distribucije:		
Kanalski razvod:	☐ jednokanalni ☐ dvokanalni	
Poprečni presjek kanalske mreže:	☐ kružni ☐ kvadratni/pravougaoni	
Materijal kanalske mreže:		
Toplotna izolacija kanalske mreže:	☐ da ☐ ne	
Materijal izolacije kanalske mreže:		
Regulacione klapne:		
Kontrola reg.klapni:	☐ ručna ☐ automatska	
Materijal cjevovoda rashladnog sistema:		
Izolacija cjevovoda rashladnog sistema:		
Stanje kanalske mreže/cjevovoda:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	
Terminalne jedinice:		
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu
Ventilator konvektori:	☐ 2 cijevi ☐ 4 cijevi	

Tip:		
Broj:		
Ukupni kapacitet:	[kW]	[kW]
Indukcioni uređaji:	☐ 2 cijevi ☐ 4 cijevi	
Tip:		
Broj:		
Ukupni kapacitet:	[kW]	[kW]
Opšte stanje sistema hlađenja/klimatizacije:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	
Godišnji period korišćenja sistema:		
Vrijeme rada:	Radnim danima:	Vikendom:

Lokalni klimatizacioni sistemi

Tip sistema:	☐ kompaktni ☐ monosplit ☐ multisplit		Komentari:
U upotrebi od (god):			
Radni fluid:			
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Broj uređaja:			Mogućnosti za primjenu EE mjera:
Rashladni kapacitet:	[kW]	[kW]	
Grejni kapacitet:	[kW]	[kW]	
EER:			
COP:			

Regulacija sistema:	☐ ručna ☐ automatska		
Stanje sistema:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Godišnji period korišćenja sistema:			
Vrijeme rada:	Radnim danima:	Vikendom:	

Priprema sanitarne tople vode (STV)

Način pripreme STV: ☐ decentralizovana ☐ centralna

Decentralizovano zagrijavanje STV

Tip uređaja:	☐ protočni ☐ akumulacioni		Komentari:
Vrsta energenta:	☐ tečno gorivo ☐ čvrsto gorivo ☐ gasovito gorivo ☐ električna energija ☐ otpadna toplota ☐ solarna tehnika ☐ toplotna pumpa		
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	Mogućnosti za primjenu EE mjera:
Broj uređaja:			
Ukupan kapacitet:	[kW]	[kW]	
Starost uređaja:			
Stanje uređaja:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Namjena STV:			
Potrošnja vode u objektu:	[l/dan]		
Potrošnja vode u objektu u skladu sa normama:	[l/dan]		
Potrošnja mjesta	Količina (za kade i zapremina)	Upotreba (broj puta sedmično)	
Umivaonici			

Tuševi			
Kade			
Bide			
Sudopere			
Priprema obroka			
Godišnja upotreba:			
Vrijeme rada:	Radnim danima:	Vikendom:	

Centralna priprema STV

Izvor toplote:			Komentari:
Vrsta energenta:			
Nosilac energije:			
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Tip i proizvođač izvora toplote:			
Ukupan kapacitet:	[kW]	[kW]	
Efikasnost izvora toplote:			
Starost izvora toplote:			
Stanje izvora toplote:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Regulacija:	☐ ručna ☐ automatska		
Tip automatske			

regulacije:		
Termostatska podešena vrijednost:	[°C]	
Stanje automatske regulacije:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	
Materijal cijevi distribucionog sistema:		
Materijal toplotne izolacije sistema:		
Curenja u sistemu:	☐ da ☐ ne	
Stanje distribucionog sistema:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	
Zapremina rezervoara:	[m³]	
Temperatura vode u rezervoaru:	[°C]	
Temperatura isporučene tople vode:	[°C]	
Temperatura hladne vode na ulazu:	[°C]	Mogućnosti za primjenu EE mjera:
Mjerenje potrošnje tople vode:	☐ da ☐ ne	
Vodomjer na ulazu svježje vode:	☐ da ☐ ne	
Potrošnja vode u	[l/dan]	

objektu:		
Potrošnja vode u objektu u skladu sa normama:	[l/dan]	
Potrošna mjesta	Količina (za kade i zapremina)	Upotreba (broj puta sedmično)
Umivaonici		
Tuševi		
Kade		
Bide		
Sudopere		
Priprema obroka		
Godišnja upotreba:		
Vrijeme rada:	Radnim danima:	Vikendom:

Ventilacioni sistem

Tip ventilacije: ☐ prirodna ☐ mehanička

Sistem mehaničke ventilacije

Tip sistema ventilacije:	☐ odvodni ☐ dovodni ☐ odvodno-dovodni		Komentari:
U upotrebi od (god):			
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Ukupna količina ubacivanog vazduha:	[m ³ /h]	[m ³ /h]	
Temperatura ubacivanog vazduha:	[°C]	[°C]	
Količina svježeg vazduha:	[m ³ /h]	[m ³ /h]	
Količina otpadnog vazduha:	[m ³ /h]	[m ³ /h]	
Temperatura otpadnog vazduha:	[°C]	[°C]	
Recirkulacija vazduha:	[%]	[%]	
Regulacija sistema ventilacije:	☐ ručna ☐ automatska		
Tip automatske regulacije:			
Stanje automatske regulacije:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Ventilaciona/klima komora	☐ da ☐ ne	Količina:	

Tip i karakteristike ventil./klima komore:			
Pozicija ventil./klima komore u objektu			
Starost ventil./klima komore:			
Stanje ventil./klima komore:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Grijač vazduha	☐ toplovodni ☐ parni ☐ električni		
Izvor toplote grijača vazduha:			
Efikasnost izvora toplote grijača:			Mogućnosti za primjenu EE mjera:
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Kapacitet grijača vazduha:	[kW]	[kW]	
Stanje grijača vazduha:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Filteri:	☐ odvodni ☐ dovodni		
Tip filtera:			
Ovlaživač:	☐ voda ☐ para		
Tip ovlaživača:			
Hladnjak:	☐ s direktnom ekspanzijom ☐ preko rashladnog medija		
Tip hladnjaka:			

	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Kapacitet hladnjaka:	[kW]	[kW]	
Poprečni presjek kanalske mreže:	☐ kružni ☐ kvadratni/pravougaoni		
Materijal kanalske mreže:			
Toplotna izolacija kanalske mreže:	☐ da ☐ ne		
Materijal izolacije kanalske mreže:			
Regulacione klapne:			
Kontrola reg.klapni:	☐ ručna ☐ automatska		
Distributivni elementi:	☐ anemostati ☐ difuzori ☐ rešetke		
Sistem za povrat otpadne toplote:	☐ da ☐ ne		
Tip sistema za povrat otpadne toplote:			
Efikasnost sistema za povrat otpadne toplote:	[%]		
Opšte stanje sistema ventilacije:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Godišnji period korišćenja sistema:			
Vrijeme rada:	Radnim danima:	Vikendom:	

Ventilatori i pumpe

Potisni ventilatori:			Komentari:
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Broj ventilatora:			
Ukupna inst.snaga:	[kW]	[kW]	
Tip regulacije:			
Starost ventilatora:			
Stanje ventilatora:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Godišnja upotreba:			
Vrijeme rada:	Radnim danima:	Vikendom:	
Odsisni ventilatori:			
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Broj ventilatora:			
Ukupna inst.snaga:	[kW]	[kW]	
Tip regulacije:			
Starost ventilatora:			
Stanje ventilatora:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Godišnja upotreba:			
Vrijeme rada:	Radnim danima:	Vikendom:	

Pumpe

Pumpe u sistemu grijanja			Komentari:
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Broj pumpi:			
Ukupna inst.snaga:	[kW]	[kW]	
Tip regulacije:			
Starost pumpi:			
Stanje pumpi:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Godišnja upotreba:			
Vrijeme rada:	Radnim danima:	Vikendom:	
Pumpe u sistemu ventilacije			
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Broj pumpi:			
Ukupna inst.snaga:	[kW]	[kW]	
Tip regulacije:			
Starost pumpi:			
Stanje pumpi:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro		
Godišnja upotreba:			
Vrijeme rada:	Radnim danima:	Vikendom:	
Pumpe u sistemu pripreme STV			

	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu
Broj pumpi:		
Ukupna inst.snaga:	[kW]	[kW]
Tip regulacije:		
Starost pumpi:		
Stanje pumpi:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	
Godišnja upotreba:		
Vrijeme rada:	Radnim danim:	Vikendom:
Pumpe u sistemu hlađenja		
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu
Broj pumpi:		
Ukupna inst.snaga:	[kW]	[kW]
Tip regulacije:		
Starost pumpi:		
Stanje pumpi:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	
Godišnja upotreba:		
Vrijeme rada:	Radnim danim:	Vikendom:
Pumpe za gorivo:		
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu
Broj pumpi:		

Tip regulacije:		
Starost pumpi:		
Stanje pumpi:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro	
Godišnja upotreba:		
Vrijeme rada:	Radnim danim:	Vikendom:

Električne instalacije

Rasvjeta			
Unutrašnja rasvjeta:			Komentari:
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Vrsta, tip, brend i instalirana snaga rasvjetnih tijela:			
Broj rasvjetnih tijela:			
Ukupna inst.snaga:	[kW]	[kW]	
Prosječan intenzitet osvjetljenja:	[lx]	[lx]	
Način upravljanja:			
Tip i vrste senzora, tajmera, automata i kontrolera u sistemu rasvjete (ukoliko postoje):			
Starost rasvjetnih tijela:			
Stanje rasvjetnih tijela:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro ☐ odlično		
Godišnja upotreba:			
Vrijeme rada:	Radnim danima: Praznici i vikend:		
Spoljna rasvjeta:			Mogućnosti za primjenu EE mjera:
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Vrsta, tip, brend i instalirana snaga rasvjetnih tijela:			
Broj rasvjetnih tijela:			

Ukupna inst.snaga:	[kW]	[kW]	
Način upravljanja:			
Tip i vrsta senzora, tajmera, automata i kontrolera u sistemu rasvjete (ukoliko postoje):			
Starost rasvjetnih tijela:			
Stanje rasvjetnih tijela:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro ☐ odlično		
Godišnja upotreba:			
Vrijeme rada:	Radnim danima:		
	Neradnim danima:		

Električni potrošači

Potrošači koji utiču na toplotni bilans objekta			Komentari:
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Naziv potrošača, tip, brend, i instalirana snaga u [kW]:			
Broj potrošača:			
Ukupna inst.snaga:	[kW]	[kW]	
Način upravljanja:			
Energetska klasa:			
Godina proizvodnje:			
Stanje potrošača:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro ☐ odlično		

Godišnja upotreba:			Mogućnosti za primjenu EE mjera:
Vrijeme rada:	Radnim danim:	Vikendom:	
Potrošači koji ne utiču na toplotni bilans objekta			
	Podaci iz postojeće dokumentacije	Podaci prikupljeni na terenu	
Naziv potrošača, tip, brend, i instalirana snaga u [kW]:			
Broj potrošača:			
Ukupna inst.snaga:	[kW]	[kW]	
Način upravljanja:			
Energetska klasa:			
Godina proizvodnje:			
Stanje potrošača:	☐ loše ☐ prihvatljivo ☐ dobro ☐ odlično		
Godišnja upotreba:			
Vrijeme rada:	Radnim danim:	Vikendom:	

Mjerenje utrošene električne energije

Instalisana brojila utrošene električne	Lokacija brojila i naponski nivo na	Datum instaliranja	Brend i tip brojila	Serijski broj	Konstanta mjerenja
Brojilo aktivne i reaktivne energije					
Brojilo aktivne energije					
Brojilo reaktivne energije					

Aneks 3: Tabela tipskih slojeva zida u zavisnosti od perioda gradnje objekta

Spoljni zid	Sloj izolacije [cm]	Ukupna debljina zida [cm]	Koeficijent prolaza topline U [W/m ² K]	Toplinski gubici Kroz zid [kWh/m ² god]	Ušteda %
Puna opeka 25 cm obostrano malterisana	-	30	1,50	120	-
	4	35	0,59	47,2	61
	6	37	0,45	36	70
	8	39	0,37	29,6	75
	10	41	0,31	24,8	80
Puna opeka 38 cm obostrano malterisana	-	43	1,12	89,6	-
	4	48	0,52	41,6	54
	6	50	0,41	32,8	63
	8	52	0,34	27,2	70
	10	54	0,29	23,2	74
Kamen 30 cm obostrano malterisan	-	30	2,24	179,2	-
	4	35	0,68	54,4	70
	6	37	0,50	40	78
	8	39	0,40	32	82
	10	41	0,33	26,4	85
Kamen 50 cm obostrano malterisan	-	50	1,61	128,8	-
	4	55	0,61	48,8	62
	6	57	0,46	36,8	71
	8	59	0,37	29,6	77
	10	61	0,31	24,8	81

Poređenje smanjenja toplotnih gubitaka povećanjem termoizolacije karakterističnog spoljašnjeg zida, te prikaz ušteda u potrošnji energije/izvor EIHP

Obratiti pažnju da je isplativije povećavati debljinu termoizolacije jer su tom prilikom uštede najveće a period otplate investicije najkraće. Praktično ostali troškovi ugradnje ostaju isti samo se menja cijena samog materijala.

Poređenje smanjenja
toplotnih gubitaka
povećanjem
termoizolacije
izolacije
karakterističnog
spoljnog zida, te
prikaz ušteda u
potrošnji energije/
izvor EIHP

Spoljašnji zid	Sloj izolacije (cm)	Ukupna debljina zida [cm]	Koeficijent prolaza topline $U [W/m^2K]$	Toplinski gubici Kroz zid [kWh/ m ² god]	Ušteda %
Šuplja blok opeka 19 cm obostrano malterisana	4	27	0,62	49,6	-
	6	29	0,47	37,6	24,2
	8	31	0,38	30,4	38,7
	10	33	0,32	25,6	48,4
	20	43	0,17	13,6	72,6
Šuplja blok opeka 29 cm obostrano malterisana	4	37	0,55	44,0	-
	6	39	0,43	34,4	21,8
	8	41	0,35	28,0	36,4
	10	43	0,30	24,0	45,5
	20	53	0,17	13,6	69,1
Armirano- betonski zid 20 cm obostrano malterisan	4	28	0,75	60,0	-
	6	30	0,54	43,2	28,0
	8	32	0,42	33,6	44,0
	10	34	0,35	28,0	53,3
	20	44	0,18	14,4	76,0

Aneks 4: Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaza toplote U

Gradjevinski dio	$U [W/(m^2 \cdot K)]$			
	$\Theta \geq 18^\circ C$		$12^\circ C < \Theta < 18^\circ C$	
	I i II klimatska zona	III klimatska zona	I i II klimatska zona	III klimatska zona
1. Spoljnji zidovi, zidovi prema garaži, tavanu	0.60	0.45	0.75	0.75
2. Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi fasade	2.0	2.0	3.00	3.00
3. Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, tavanice prema tavanu	0.40	0.30	0.50	0.40
4. Tavanice iznad spoljnog vazduha, tavanice iznad garaže	0.40	0.30	0.50	0.40
5. Zidovi i tavanice prema negrijanim prostorijama i negrijanom stepeništu temperature više od $0^\circ C$	0.65	0.50	2.00	2.00
6. Zidovi prema tlu, podovi na tlu	0.50 ¹⁾	0.50 ¹⁾	0.80 ¹⁾	0.65 ¹⁾
7. Spoljna vrata, vrata prema negrijanom stepeništu, vrata sa neprozirnim krilom	2.90	2.90	2.90	2.90
8. Zidovi kutije za roletne	0.80	0.80	0.80	0.80
9. Tavanice i zidovi - između stanova, - između grijanih radnih prostorija različitih korisnika	1.40	1.40	1.40	1.40

Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaza toplote, $U [W/(m^2 \cdot K)]$, gradjevinskih dijelova novih zgrada, malih zgrada ($AK < 50 m^2$) i nakon zahvata na postojećim zgradama

1) Kod podova na tlu zahtjev vrijedi do dubine poda prostorije 5 m od spoljnog zida, zida prema tlu ili negrijanog prostora.

Aneks 5: Ekološki izolacioni materijali

Za proizvodnju ekoloških izolacionih materijala koriste se obnovljive sirovine. Postoji čitav niz izolacionih materijala koji ispunjavaju ekološke kriterijume, tj. kod kojih su opterećenje životne sredine štetnim materijama i potrošnja energije prilikom procesa proizvodnje minimalni, koji ne štete zdravlju prilikom korišćenja, odn. čije je trajno uklanjanje neproblematično, odn. kod kojih postoji mogućnost ponovne upotrebe

Ovčija vuna

Usled prirodnog uvijanja, velike elastičnosti i dinamičnog ponašanja po pitanju vlage, vuna se razlikuje od ostalih vlaknastih izolacionih materijala. Ovčija vuna prima u sebe vlagu, povećavajući svoju ukupno težinu i za 30 procenata, a da se pri tome istovremeno ne smanji njena provodljivost toplote. Tačka paljenja iznosi 500-600°C, pri čemu se vuna ne topi, već se jedino pretvara u pepeo. Ovčija vuna se može koristiti za toplotnu izolaciju zidova, krovova ili tavanica, kao i za ventilacione kanale i cevi za grijanje. Njena provodljivost toplote kreće se u rasponu od 0,0385 do 0,046 W/mK.

Lan

Izolacioni materijali napravljeni od lana (i od kudelj) ne menjaju svoj oblik i ne skupljaju se nakon ugradnje. Zahvaljujući činjenici da sadrže prirodne gorke supstance ovi izolacioni materijali su rezistentni na štetočine poput raznih insekata ili glodara. Kratka vlakna lana se mehaničkim putem pretvaraju u filc. Korišćenjem lepila (npr. skroba) ili sredstava za pravljenje flizelina (plastičnih vlakana) kratka vlakna se slojevito ređaju i prerađuju u izolacione ploče različite debljine. Lan se koristi za izolaciju zidova, tavanica i krovova.

Konoplja

Kod proizvodnje izolacionih ploča i filca vlakna kudelj i lana se delom međusobno mešaju. Slama konoplje se deli na vlakna i pozder (djelovi kore stabljike). Vlakna se koriste za proizvodnju izolacionog flizelina koji se koristi za izolaciju zidova, tavanica i krovova. Pozder se uglavnom koristi za izolaciju i nivelisanje

podova i stropova. Konoplja je isto kao i lan po prirodi otporna na štetočine.

Pluta

Pluta se nalazi pr svega u šumama hrasta plutnjaka u Sredozemlju. Kora hrasta plutnjaka se može gultiti svakih 9-10 godine, a da pri tome ne dođe do oštećenja drveta. Pluta se proizvodi mlevenjem oljuštene kore u granulatu koji se zatim tretira vrelom parom. Usled ekspanzije granulata i njegovog vezivanja pomoću smola koje su sadržane u samoj pluti nastaju blokovi plute, koji se nakon perioda vetrenja seku u ploče.

Slama

Slama posjeduje odličan kvalitet termoizolacije, dok se troškovi ugradnje već unapred pripremljenog materijala mogu porediti sa postavljanjem konvencionalnih izolacionih materijala. Slama pored toga regionalno stoji na raspolaganju i ima povoljnu cenu. Pri stručnom postavljanju ne dolazi do pojave plesni. Kada su u pitanju zapaljivost, kao i postavljanje u delove građevine, slama se može porediti sa drugim izolacionim materijalima.

Izolacione ploče od drvenih vlakana

Izolacione ploče od drvenih vlakana proizvode se od tankog drveta ili ostataka smreke ili bora. Drvo i radni materijal od drveta predstavljaju u građevinsko-fizičkom smislu kvalitetne proizvode koji uz adekvatno korišćenje stoje na raspolaganju u gotovo neograničenim količinama. Mogućnosti primjene izolacionih ploča od drvenih vlakana su šarolike, te se mogu koristiti za izolaciju podova, termoizolaciju čitavog objekta ili izolaciju konstrukcije od letava. Zahvaljujući dobrom akumuliranju toplote izolacione ploče od drvenih vlakana pružaju i odličnu zaštitu od preteranog zagrevanja tokom leta.

Celuloza

Celuloza je stara hartija pomešana sa sredstvom za zaštitu od paljenja, a koristi se tako što se nasipa u rinfuznom stanju ili se, pak, uduvava u međuprostore. Celuloza se uglavnom koristi za izolovanje krovnih kosina i zidnih ploča. Prilikom uduvavanja obavezno treba voditi računa o tome da se materijal unese i u

Izvor: „Energetski
efikasna gradnja i
sanacija građevinskih
objekata“. Publikaciju
objavio: Holzcluester,
finansirano od strane
Austrian Development
Agency

najudaljenije uglove. Posebno se kod krovnih površina sa mnoštvom uglova preporučuje da se putem kontrolnih otvora provjeri da li je punjenje izvršeno u potpunosti. Celuloza se isporučuje i u obliku ploča, a kod vertikalnih oplata se može čak i brizgati. Postavljanje bi obavezno trebalo prepustiti licenciranom preduzeću pošto je propisan postupak uduvavanja presudan za postizanje valjanog izolacionog dejstva.

Građevinska biologija i građevinska ekologija

Građevinska biologija se bavi uzročnim vezama između građevina i zdravlja ljudi. Bitan segment građevinske biologije je građevinska ekologija koja se bavi održivim korišćenjem sirovina i energije tokom procesa gradnje. Značajni kriterijumi za donošenje ocena građevinske biologije su:

Stambena klima

Izbor građevinskog materijala umnogome utiče na osećaj ugodnosti, te se npr. prostorija sa "toplim" površinama poput onih od drveta smatra prijatnijom za boravak u njoj od onih sa "hladnim" površinama kao što su keramičke pločice ili metal. Osim izbora pravog materijala treba voditi računa o zdravstveno prihvatljivom načinu obrade površina (boje, lakovi), kao i korišćenju ekoloških sredstava za čišćenje.

Potrošnja sirovina i energije

Korišćenje domaćih materijala koji na raspolaganju stoje u velikim količinama, kao i obnovljive sirovine (drvo) je ekološki daleko racionalnije od korišćenja materijala koji se proizvode uz veliki utrošak energije i koji se transportuju iz udaljenih mesta. Zahvaljujući mogućnosti ponovnog korišćenja materijala stvara se zatvoreni tok njihovog kruženja, te se i na taj način smanjuje potrošnja sirovina.

Aneks 6: Ocjena efikasnosti raznih energetskih sistema u objektu

Grijanje

Ocjena energetske efikasnosti različitih sistema grijanja

		Stepen efika-snosti ¹ [%]	Finalna ² energija [kWh]	Izvor energije	Primarna energija [kWh]	CO ₂ [kg]	Troškovi ³ [%]
1	Niskotemperaturni						
	Niskotemperaturni (stari)						
	Lož-ulje	70	14000	Lož-ulje	15400	4242	
	Gas	70	14000	Gas	15400	3486	
1.2	Niskotemperaturni (novi)						
	Lož-ulje	90	11000	Lož-ulje	12100	3333	100
	Gas	90	11000	Gas	12100		100
	Drveni peleti	80	12500	Drvo	2500	525	200
2	Gornja toplotna moć						
	Lož-ulje	95	10526	Lož-ulje	11600	3189	105
	Gas	98	10200	Gas	11220	2539	105
3	Električna energija	100	10000	El.en er.	30000	6470	120
4	Toplotna pumpa						
	Toplotna pumpa (elektr.energija)	3.5-5 ⁴	2500		7500	1617	300
	Toplotna pumpa (gas)	3 ⁴	3300		3600	815	300

Izvor: DETAIL-Hegger,
Fuchs, Stark, Zeumer:
Energy Manuel

5	Kombinovana proizvodnja toplotne i električne energije (CHP)					
	Lokalni CHP			4000	1578	200
5.1	Proizvodnja toplote	20000	Lož-ulje	22000	6060	
	Električna energija	6000		18000	4482	
5.2	Gorivne ćelije ⁵			1800	600	
	Proizvodnja toplote	18000	Gas	19800	4482	
	Električna energija	6000		18000	3882	

Potrebna energija za grijanje iznosi 10000 kWh za jednu grejnu sezonu

¹ Step en efikasnosti proizvodnje toplotne energije pod standardizovanim uslovima.

² Toplotna energija bez dodatne energije; u slučaju toplotnih pumpi snabdijevanje električnom energijom je definisano kao toplotna energija.

³ Troškovi se odnose na instalaciju grijanja bez razvoda i emisionih tijela.

⁴ Alternativa standardnom koeficijentu iskorišćenja: faktor grijanja (odnos proizvedene toplotne energije [kWh] i potrebne električne energije [kWh]).

⁵ Podaci o troškovima nisu dostupni.

Skladištenje toplote

Veličina rezervoara (nabavka i ugradnja)		Referentna veličina	Troškovi	Napomene
1	Pitka voda			
1.1	Pitka voda (bez solarnog sistema)	60 l/osoba	2 €/l	Podaci važe za 5 osoba.
1.2	Pitka voda (sa solarnim sistemom)	80 l/osoba	3 €/l	
2	Akumulacioni (buffer) rezervoar (grijanje)			
2.1	Akumulacioni rezervoar (bez solarnog sistema)	10 l/kW	2 €/l	m ² u referentnoj veličini se odnosi na m ² kolektorske površine.
2.2	Akumulacioni rezervoar (sa solarnim sistemom)	50 l/m ²	3 €/l	
3	Dugoročno skladištenje			
3.1	20 kWh/m ² a rezer.grijanja	300 l/m ²	0.20 €/l	m ² se odnosi na m ² kolektorske površine.
3.2	40 kWh/m ² a rezer.grijanja	400 l/m ²		
3.3	60 kWh/m ² a rezer.grijanja	500 l/m ²		

Emisiona grejna tijela

Parametri toplotne snage		Toplotna snaga [W/m ²]	Troškovi	Napomene
1	Radijatori			
1.1	FT/RT 70/55°C	1000-3000	200 €/m ²	
1.2	FT/RT 50/40°C	500-1500		
2	Podno grijanje			
2.1	FT/RT 40/35°C (podovi od drvenih blokova)	60	40 €/m ²	Troškovi se odnose na razvod i cijevnu mrežu.
2.2	FT/RT 50/45°C	90		
3	Topao vazduh			
3.1	Svjež vazduh 45°C/ jedna izmjena vazduha	20	100 €/m ²	Troškovi ventilacije sa rekuperacijom uključuju cijevnu mrežu.
3.2	Svjež vazduh 45°C/ dvije izmjene vazduha	40		

FT – temperatura polaznog voda; RT – temperatura povratnog voda

Hladjenje

Ocjena energetske efikasnosti različitih sistema hlađenja

		Finalna energija [kWh]	Izvor energije/ dodatna energija	Primarna energija [kWh]	CO ₂ [kg]	Troškovi [%]	Napomene
1	Kompresorski rashladni uređaj (elektr.energija)	5000	El.en er.	15000	3235	120	Fleksibilu upotrebi
2	Kompresorski rashladni uređaj (gas)	7000	Gas	7700	1743	140	Fleksibilu upotrebi
3	Apsorpcioni rashladni uređaj	8000	Gas	8800	1992	180	Fleksibilu upotrebi
4	Adsorpcioni rashladni uređaj	8000	Gas	8800	1992	220	Samo sa klimatizac.
5	Zemlja ¹	1250	El.en er.	3750	809	100	Samo za niske zahtrive

6	Podzemna voda ²	1250	El.en er.	3750	809	100	Samo za niske zahtjeve
7	Noćna ventilacija ³	1200	El.en er.	3600	776	100	Ograničeno korišćenje

Potrebna energija za hlađenje za vrijeme ljetnjeg perioda iznosi 10000 kWh

¹ Površine izmjenjivača toplote ispod površine zemlje se u zimskom periodu mogu koristiti za grijanje.

² Bunari dubine cca 5 m.

³ Ekstra troškovi za veću instalaciju gdje ventilacioni sistem već postoji.

Performanse različitih načina hlađenja

		Max temp. razlika ²	Max snaga [W/m ²]	Troškovi ¹	Napomene
1	Rashladni uređaj				⁴
1.1	Rashladna tavanica ⁴	8 K	100	200-600 €/m ²	Rash.površina vezana za plafon
1.2	Rashladno rebro ⁵	8 K	120	400-800 €/m ²	⁵ Individualni spuštene paneli
2	Aktivno skladištenje ³				³ Skladište toplote aktivirano instalacijom
2.1	Podno hlađenje	4 K	15-30	0-40 €/m ²	
2.2	Betonske konstrukcije	4 K	40-60	30-40 €/m ²	
3	Vazdušno hlađenje	8 K	8		
3.1					
3.2	jednostruka izmjena vazduha	8 K	16		
3.3	dvostruka izmjene vazduha 4-struka izmjena vazduha	8 K	24	300 €/m ²	Grijanje, hlađenje i ventilacija u jednom sistemu

¹ Troškovi ne uključuju čilerski agregat, kao ni instrumentaciju i kontrolu.

² Temperaturska razlika unutrašnjeg vazduha i rashladnog medija (rizik od kondenzacije, poremećaj termalnog komfora).

Ventilacija

Ocjena energetske efikasnosti različitih ventilacionih sistema

	Prirodna ventilacija	Kontrolisana ventilacija ¹	Kontrolisana ventilacija sa rekuperacijom ²
Grijanje zahtjevi za grijanjem [kWh]			
zahtjevi za top.energijom [kWh]	28000	24000	18000
izvor energije	Gas	Gas	Gas
troškovi toplotne energije [€]	2178	1866	1400
primarna energija [kWh]	34222	29333	22000
Dodatna energija zahtjevi za elek.energijom [kWh]		311	777
izvor energije	-	Elek.energija	Elek.energija
troškovi dodatne energije [€]		53	132
primarna energija [kWh]		933	2331
Balansiranje ukupna primarna energija [kWh]	34222	30266	24331
ukupni troškovi [€]	2178	1919	1532
Uštede (u odnosu na prirodnu ventilac.)			
troškovi [€]		259	646
primarna energija [kWh]		3956	9891
Troškovi/benefiti troškovi kroz 20 god(anuitet) ³ [€]		8832	26500
uštede kroz 20 god [€]		8992	22428

Prepostavke: 350 m² podne površine, 2.50 m čiste visine, 185 grejnih dana, 90% efikasnost, cijena grijanja 0.70 €/m³, cijena električne energije 0.17 €/kWh, stopa inflacije za cijenu energenta 5%, ekonomski vijek instalacije 20 godina, interesna stopa 4%, snaga na izlazu iz ventilatora 0.2 W/m³ za odvođenje vazduha i 0.5 W/m³ za odvođenje vazduha i svježi vazduh.

¹ Infiltracija 0.15, izmjene vazduha u instalaciji 0.4.

² Infiltracija 0.2, izmjene vazduha u instalaciji 0.4.

³ Instalacija za odvođenje vazduha 6000 €, instalacija za odvođenje vazduha/svježi vazduh 18000 €, cijenu ventilacije kupatila (DIN 18017) treba odbiti od ove cijene.

Aneks 7: Korisne tabele vezano za razne energetske sisteme u objektima

Izbor standardnih unutrašnjih temperatura

Tip prostorije	Standardna unutrašnja temperatura
Dnevni boravak i spavaće sobe, kuhinje, klozeti, kancelarijske prostorije, šalterske sale, hotelske sobe, prodavnice, učionice, pozorišta	20°C
Kupatila, tuševi, sudnice	24°C
Zagrijane sporedne prostorije, predprostori, hodnici	15°C
Nezagrijane sporedne prostorije, stepenišni prostori	10°C

Ukupno odavanje toplote pri različitim aktivnostima (prema DIN EN ISO 7730)

Aktivnost	Stepen aktivnosti DIN 1946-2	Metabolička toplota – odavanje toplote		
		W/m ²	met ³)	~ W
Mirovanje	I	46	0,8	80
Sjedenje, opušteno		58	1,0	100
Stajanje, opušteno		70	1,2	125
Sjedenje, laka aktivnost (kancelarija, stan, škola)		70	1,2	125
Stajanje, laka aktivnost (tehničko crtanje)		81	1,4	145
Stajanje, laka aktivnost (kupovina, laboratorija, laka industrija)	II	93	1,6	170
Umjerena tjelesna	III	116	2,0	200

aktivnost (rad u kući i na mašinama)				
Teška tjelesna aktivnost (težak rad za mašinama)	IV	165	2,8	300

* 1 MET (metabolički ekvivalent) iznosi približno 1 Kcal/kg h, odnosno 58,2 W/m²

Minimalna količina svježeg vazduha prema broju osoba i površini prostora (prema EN 13779)

Namjena	Prostori	Protok spoljašnjeg vazduha (m ³ /h)	
		po osobi	po m ²
Rad	Zasebna kancelarija Open-space kancelarijski prostor	40 60	4 6
Mjesta za okupljanja	Koncertna sala Pozorište Konferencijska sala	20	10-20
Stanovanje	Stan Hotelska soba	nema podataka nema podataka	nema podataka nema podataka
Obrazovanje	Učionica Amfiteatar Čitaonica	30 30 20	15 15 12
Javni objekti	Prodajni prostor Restoran	20 30	3-12 8

Preporučene izmjene vazduha za prostore različite namjene

Namjena	Izmjena vazduha (1/h)
Kancelarija	4-8
Računarska sala	>30
Restoran:	
pušačka zona	6-12
nepušačka zona	4-8
bazenski prostor	3-6
Zatvoreni bazen:	
tuševi	10-15
svlačionice	8-10
Amfiteatar, konferencijska sala	6-8
Bioskop, pozorište	4-8
Bolnica:	
bolesničke sobe	3-5
operacione sale	5-20
Industrijska kuhinja	15-30
Prodavnica, prodajni prostor	4-8
Muzej	4-6
Škola (učionica)	4-5
Sportska sala	2-3
Stanovanje	0.5

Minimalni broj izmjena vazduha

Vrsta prostorije	Minimalan broj izmjena(1/h)
Prostorija za stanovanje (standardni slučaj), kuhinja > 20m ³	0,5
Kancelarijska prostorija, kuhinja ≤ 20 m ³	1,0
WC ili kupatilo sa prozorom	1,5
Zbornice, učionice	2,0

Potrebna količina i temperatura vode za razne zgrade

Zgrada	Potrebno	Temperatura
Bolnice	100...300 l/dan, krevet	60°C
Kasarne	30...50 l/dan, osoba	45°C
Poslovne zgrade	10...40 l/dan, osoba	45°C
Spa centar/ banjsko liječilište	200...400 l/dan, pacijent	45°C
Robne kuće	10...40 l/dan, osoba	45°C
Škole (za 250 dana/god)		
bez tuševa	5...15 l/dan, učenik	45°C
sa tuševima	30...50 l/dan, učenik	45°C
Sportski tereni sa tuševima	50...70 l/dan, sportista	45°C
Frizerski salon	150...200 l/dan, osoba	45°C
Pivare (uklj. proizvodnju)	250...300 l/100 l piva	60°C
Perionice	250...300 l/100 kg rublja	75°C

Potrošnja tople vode u restoranima i hotelima

Potrošno mjesto	Litara na dan po osobi	
	60°C	45°C
Restorani		
po gostu	8...20	12...30
Hoteli		
sobe sa kupatilom i kadom	100...150	140...220
sobe sa tušem	50...100	70...120
sobe sa umivaonikom	10...15	15...20
Odmarališta, pansioni	25...50	35...70

Ukupna dnevna potrošnja tople vode za domaćinstva

	Litara na dan po osobi	Temperatura
Manji zahtjevi	10...20	60°C
Srednji zahtjevi	20...40	60°C
Veliki zahtjevi	40...80	60°C

Efikasnost izvora toplote bazirana na donjoj ogrjevnoj moći

Gorivo	Izvor toplote	Efikasnost
Čvrsta goriva	Peći	60-75 %
	Kotlovi, stariji	60-75 %
	Kotlovi, noviji	80-90 %
	Kotlovi na biomasu	82-92 %
	Peleti	87-92 %
	Drvena sječka	85-90 %
	Kombinovani kotlovi	70-78 %
Tečna goriva	Kombinovani kotlovi (čvrsto)	65-75 %
	Standardni	85-90 %
	Niskotemperaturni	90-95 %
Gasovita goriva	Standardni	92-95 %
	Niskotemperaturni	95-98 %
	Kondenzacioni	do 108 %

Emisiona efikasnost

Vrsta grijanja		Efikasnost		
Radijator		Centralna regulacija temperature vode	81 %	
		Master space	86 %	
		PI	91 %	
Panelno	Podno		neizol.	dobro izolov.
		Centralna regulacija temperature vode	80%	84%
		Master space	85%	90%
	Zidno	PI	90%	95%
		Centralna regulacija temperature vode	77%	81%
		Master space	82%	87%
	Plafonsko	PI	87%	92%
		Centralna regulacija temperature vode	76%	79%
		Master space	80%	85%
	Električno	PI	85%	90%
		Spoljni zid	Direktno	91 %
		Sa akumulacijom	78 %	
Vazdušno	Unutrašnji zid	Direktno	88 %	
		Sa akumulacijom	75%	
	Dodatno grijanje dolazećeg vazduha	Upravljačka veličina	Kvalitet regulacije	
			Nizak	Visok
		Temperatura prostorije	82%	87%
		Temperatura prostorije (stepenasta kontrola)	88%	90%
	Unutrašnja recirkulacija (FC)	Izlazna temperatura vazduha	81%	85%
		Temperatura vazduha u prostoriji	89%	93%
	Hlađenje		90%	

Efikasnost razvodnog sistema, regulacije i TUZ/EM (Tehnički menadžmet zgrade/energetski monitoring)

	Uslovi	Efikasnost
Razvodni sistem	U zavisnosti od dužine cijevi u negrijanim prostorima i kvaliteta izolacije	95-98 %
Regulacija	Centralna, automatska	95-97 %
	Ručna kontrolisana	92-94 %
	Ručna nekontrolisana	90-92 %
TUZ/EM	Nema procedura za rad sistema i održavanje	85-90 %
	Postoje procedure za rad sistema i održavanje	90-95 %
	Postoje procedure za rad sistema, održavanje i energetski monitoring	95-99 %

Preporučeni nivoi osvjetljenja za prostore različitih namjena (prema DIN EN 12464-1)

Vrsta prostorije	Osvjetljenost (lx)
<i>Cirkulacione zone i zajedničke površine u zgradama</i>	
Komunikacije i hodnici	100
Kantine, čajne kuhinje	200
Sanitarne prostorije	500
Ostave	100
<i>Kancelarije</i>	
Arhiva, kopiranje, komunikacije	300
Čitanje, pisanje, obrada podataka	500
Tehničko crtanje	750
<i>Kancelarije</i>	
Ostave	50-200
Kancelarije, orjentisane ka dnevnom svjetlu	300
Kancelarije, standardne	500
Open-space kancelarije	750-1000
<i>Prodajni prostori</i>	
Prodajni prostori	300
<i>Javni prostori</i>	
Parking zone	75
Ulazni holovi	100
Kuhinje	500
Konferencijske sale	500
<i>Obrazovne institucije</i>	
Igraonice, obdanište	300
Učionice u osnovnim i srednjim školama	300
Amfiteatri, učionice u večernjim školama	500
Biblioteke: police sa knjigama	200
Biblioteke: zone za čitanje	500

Literatura

- ▶ Dr. Željko Novinc: *Kvaliteta električne energije – Priručnik*, Osijek, 2006.
- ▶ Energetski institut Hrvoje Požar, HEP toplinarstvo doo Zagreb: *Energetska učinkovitost u zgradarstvu/Vodič za sudionike u projektiranju, gradnji, rekonstrukciji i održavanju zgrada*, Zagreb, 2007.
- ▶ Hegger M., Fuchs M., Stark T., Zeumer M., *Energy Manual – Sustainable Architecture, Detail*, 2008
- ▶ GIZ, Direktor za razvoj malih i srednjih preduzeća Crne Gore: *Informativni priručnik - Energetska efikasnost „Program uspostavljanja EE infrastrukture za građane“*
- ▶ GTZ, Regionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske: *Priručnik za pripremu i financiranje projekata održivog korištenja energije u lokalnim zajednicama*, Zagreb, 2010.
- ▶ Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva: *Metodologija provođenja energetskog pregleda zgrada*, Zagreb, 2009.
- ▶ Recknagel, Šprenger, Šramek, Čeperković: *Grejanje i klimatizacija*, Interklima, Vrnjačka Banja, 2004.
- ▶ SNV: *Drvena goriva: vrste, karakteristike i pogodnosti za grijanje*, Podgorica, 2012.
- ▶ Tomislav Toth: *Štedljivije grijanje*, Majstor, Večernji list, Zagreb, 2008
- ▶ UNDP: *Priručnik za energetske savjetnike*, Zagreb, 2008.
- ▶ UNDP: *Priručnik za provedbu energetskih pregleda zgrada*, Zagreb, 2010.
- ▶ UNDP: *Priručnik za energetske certificiranje zgrada*, Zagreb, 2010.
- ▶ Viessmann: *Modernizacija grijanja, Serija stručnih publikacija*, Zagreb, 2005
- ▶ Viessmann: *Solar thermal system - Technical guide*, 2008
- ▶ dipl. Horst Köberl: *Energetski efikasna gradnja i sanacija građevinskih objekata*, Holzcluester, finansirano od strane Austrian Development Agency, 2008