

Energetska učinkovitost zgrada

Herega, Valentina

Undergraduate thesis / Završni rad

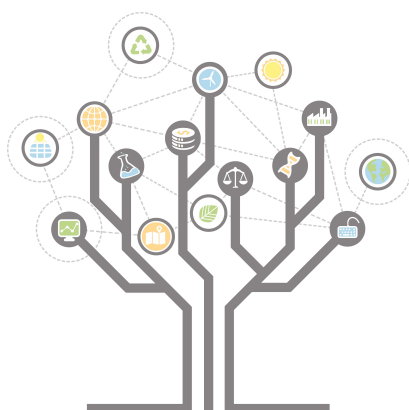
2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:130:592815>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported / Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**



Repository / Repozitorij:

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



Energetska učinkovitost zgrada

Herega, Valentina

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:130:592815>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2020-11-09**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Geotechnical Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

VALENTINA HEREGA

ENERGETSKA UČINKOVITOST ZGRADA

ZAVRŠNI RAD

VARAŽDIN, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

ENERGETSKA UČINKOVITOST ZGRADA

KANDIDAT :

Valentina Herega

MENTOR :

Mirna Amadori dipl. ing. građ.

VARAŽDIN, 2016.

SAŽETAK

NASLOV RADA: Energetska učinkovitost zgrada

AUTOR: Valentina Herega

Tema završnog rada je energetska učinkovitost zgrada. Energetska certifikacija zgrada, odnosno klasifikacija i ocjenjivanje zgrada prema potrošnji energije, odnedavno je postala zakonska obveza za sve zgrade na tržištu nekretnina u Republici Hrvatskoj. Ona može odigrati i ključnu ulogu u povećanju kvalitete gradnje, integralnom razmatranju energetskog koncepta novih zgrada te pokretanju sustavne energetske obnove i moderniziranja postojećih zgrada. Na početku rada opisano je što nalaže direktiva o energetske značajkama zgrade, njezine promjene, što se promijenilo u direktivi te usklađivanje hrvatskog zakonodavstva s europskim. Objašnjeni su pojmovi vezani uz energetske učinkovitost i zaključno su navedene mjere energetske učinkovitosti u zgradama.

Ključne riječi: zakonska regulativa energetskog certificiranja, energetska učinkovitost, energetske certifikacije, energetska obnova, klasifikacija i obnova zgrada

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. DIREKTIVA O ENERGETSKIM SVOJSTVIMA ZGRADA	Error! Bookmark not defi
2.1. NOVOSTI U DIREKTIVI 2010/31/EU	4
2.2. PRAVNI I INSTITUCIONALNI OKVIR ZA ENERGETSKU UČINKOVITOST U REPUBLICI HRVATSKOJ	6
3. PODJELA ZGRADA PREMA TEHNIČKOJ SLOŽENOSTI S OBZIROM NA ENERGETSKU UČINKOVITOST.....	8
3.1. ZGRADE S JEDNOSTAVNIM TEHNIČKIM SUSTAVOM.....	8
3.2. ZGRADE SA SLOŽENIM TEHNIČKIM SUSTAVOM.....	9
4. ENERGETSKI PREGLED I ENERGETSKO CERTIFICIRANJE ZGRADA.....	10
4.1. ENERGETSKI PREGLED	10
4.2. ENERGETSKI CERTIFIKAT	13
4.2.1. ENERGETSKI CERTIFIKAT ZA POSTOJEĆE ZGRADE	14
4.2.2. ENERGETSKI CERTIFIKAT ZA NOVE ZGRADE	15
4.3. ENERGETSKI RAZRED	16
4.4. KAZNE ZA NEIZRAĐENI ENERGETSKI CERTIFIKAT	17
5. MJERE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U ZGRADAMA.....	18
5.1. ZAMJENA PROZORA I VANJSKIH VRATA.....	19
5.2. TOPLINSKA IZOLACIJA ZIDOVA VANJSKE OBUJMICE.....	22
5.3. TOPLINSKI MOSTOVI.....	25
5.4. TOPLINSKO IZOLIRANJE KROVA	26
5.5. TOPLINSKA IZOLACIJA PODA	27
6. ZAKLJUČAK	29
7. LITERATURA.....	30

1.UVOD

Energetsku učinkovitost je Europska unija (EU) prepoznala kao jednu od ključnih načina za postizanje ciljeva održivog energetskeg razvoja (Tomšić, 2014). Ciljevi se baziraju na smanjenju negativnih utjecaja na okoliš iz energetskeg sektora, poboljšanje sigurnosti opskrbe energijom i zadovoljavanje rastuće potrošnje energije. Energetska je učinkovitost izrazito značajna kao ekonomski djelotvoran način postizanja Kyoto ciljeva za smanjenje emisija CO₂ (Tomšić, 2014).

Europska unija donijela je jedinstvenu strategiju energetskeg razvoja i ublažavanja klimatskih promjena te postaje svjetski lider u borbi protiv klimatskih promjena. Radi osiguranja novih izvora energije i smanjenja emisija stakleničkih plinova, Europa i svijet su se usredotočili na veće korištenje obnovljivih izvora energije i na poboljšanje energetske učinkovitosti, posebice u zgradarstvu.

Zgradarstvo u Europskoj uniji sudjeluje s preko 40% u ukupnoj potrošnji (Tomšić, 2014). Istovremeno ovaj sektor nudi najveće potencijale za uštedu energije. Istraživanja su pokazala da se može uštedjeti više od jedne petine sadašnje potrošnje sektora i do 30-45 Mt (mega tona) CO₂ godišnje primjenom strožih standarda za nove zgrade i zgrade koje se podvrgavaju rekonstrukcijama. Zgradarstvo postaje iznimno važan sektor koji može doprinijeti ispunjavanju obaveza smanjivanja stakleničkih plinova prema Kyotskom protokolu.

Europska komisija je, kako bi poduprla bolju integraciju energetske učinkovitosti u nacionalne zakonodavne okvire usvojila nekoliko direktiva koje su sve na snazi i stavljaju određene obveze pred države članice. Direktivama se pokrivaju različiti aspekti energetske učinkovitosti, a jedna od nama bitnih je Direktiva 2002/91 EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 16. prosinca 2002. o energetskeim svojstvima zgrade.

2. DIREKTIVA O ENERGETSKIM SVOJSTVIMA ZGRADA

Krajem 2002.godine na snagu je stupila *Direktiva o energetske svojstvima zgrada (2002/91/EZ) / The Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)*, čiji je glavni cilj uspostaviti trajne, jedinstvene mehanizme za poboljšanje energetske značajke zgrada stambene i javne namjere na razini Europske unije, uzimajući u obzir klimatske i lokalne razlike između pojedinih država.

Jedna od najvažnijih značajki EPBD-a je da se s energetskeg aspekta zgrada promatra kao energetska cjelina. Ta cjelina obuhvaća s jedne strane energetske značajke građevinske konstrukcije i elementa, a s druge strane svu instaliranu energetske opremu u zgradi (sustavi za grijanje, pripremu tople vode, rasvjetu, hlađenje, prozračivanje...). EPBD ne obuhvaća ne instaliranu opremu u zgradi (kućanske uređaje, uredsku opremu, samostojeća rasvjetna tijela...).

Integralni pristup različitim energetske parametrima u zgradi, što zahtjeva EPBD, omogućuje definiranje jedinstvenih pokazatelja energetske značajke zgrade, te zajedničku metodologiju i nazivlje na razini EU. Na taj se način postiže određena razina usklađenosti, čime se olakšava postizanje osnovnih zajedničkih ciljeva: povećanja potencijala energetske uštede i smanjenja emisije CO₂ u zgradarstvu.

Direktiva EPBD određuje da države članice moraju osigurati ovlaštene stručnjake za postupak certificiranja zgrada, nadzor nad sustavom za grijanje i prozračivanje te sastavljanje pratećih preporuka za poboljšanje tih sustava u smislu uštede energije i emisije štetnih tvari.

Energetska svojstva zgrade moraju biti izražena transparentno i mogu uključiti i indikator - emisije CO₂.

Na temelju metodologije iz članka 3. Direktive (EPBD), države članice dužne su uspostaviti minimalne zahtjeve za energetske svojstvima zgrada. Te je zahtjeve potrebno ispitati barem svakih pet godina kako bi se u obzir uzeo tehnološki napredak, no odluka o tome je li došlo do tehnološkog napretka koji zahtjeva promjenu je na samim državama članicama. Zahtjevi se mogu razlikovati s obzirom na različite kategorije zgrada i njihovu starost, a trebaju uvažiti i zahtjeve za unutarnjim klimatskim karakteristikama, kao i vanjske uvjete. Ovo je posebno naglašeno zbog problema koji je poznat kao „sindrom bolesnih zgrada“ – iznimno strogi zahtjevi za toplinskom izolacijom zgrada mogu dovesti do smanjenja potrebnog protoka zraka u njima, što može uzrokovati pojavu plijesni u unutrašnjosti zgrada. Zahtjevi također trebaju u obzir uzeti utvrđenu funkciju zgrada.

U točki 3. Priloga Direktive (EPBD) navodi se kategorizacija zgrada s obzirom na namjenu :

- obiteljske kuće različitih tipova
- stambene zgrade
- uredi
- zgrade za obrazovanje
- bolnice
- hoteli i restorani
- sportski objekti
- zgrade za veleprodaju i maloprodaju

Minimalni zahtjevi o energetske svojstvima ne moraju se primjenjivati na sljedeće zgrade:

- zgrade pod zaštitom (od arhitektonskog, povijesnog i kulturnog značaja);

- crkve, svetišta i druge zgrade vjerske namjene;
- privremene građevine, s planiranim vremenom korištenja dvije godine ili manje, industrijske zgrade, radionice, poljoprivredne zgrade s niskim energetskeim zahtjevima;
- stambene zgrade koje se namjeravaju koristiti manje od četiri mjeseca godišnje;
- samostojeće građevine površine manje od 50 m²

Republika Hrvatska je implementirala EU Direktivu 2002/91/EZ o energetskeim svojstvima zgrada u zakonodavni okvir temeljem Akcijskog plana za implementaciju, izrađenog u Ministarstvu zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (MZOPUG, danas – Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, MGIPU, i Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, MZOIP) usvojenog u travnju 2008. godine, kroz zakon o prostornom uređenju i gradnji (NN 76/07, 38/09, 55/11, 90/11), danas zakon o gradnji NN 153/13, i zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji (NN 152/08, 55/12, 101/13, 14/14), te putem niza tehničkih propisa i pravilnika, koje imaju cilj 20/20/20 do 2020. godine s usporedbom o potrošnji energije iz 1990. godine.

Cilj *Akcijskog plana 20/20/20* je smanjiti emisiju stakleničkih plinova barem 20% u odnosu na razinu iz 1990. godine, povećati udio obnovljivih izvora energije u konačnoj potrošnji energije na 20%, te povećati energetske učinkovitost za 20%.

2.1. NOVOSTI U DIREKTIVI 2010/31/EU

Direktivom 2002/91/EZ o energetskeim učinkovitosti zgrada (naročito izolaciji, klimatizacijskom sustavu i korištenju obnovljivim izvorima energije) utvrđeni su način izračuna energetske učinkovitosti zgrada, minimalni zahtjevi za nove i postojeće velike zgrade te izrada energetskeim certifikata. Direktiva je stavljena izvan snage 1. veljače 2012. preinačenom *Direktivom 2010/31/EU*, koja je stupila na snagu u srpnju 2010.

Glavni cilj preinačene direktive bio je pojednostavniti neke odredbe prethodne direktive i postrožiti zahtjeve u pogledu energetske učinkovitosti s obzirom na:

- zajednički opći okvir za metodologiju izračunavanja integrirane energetske učinkovitosti zgrada i građevinskih cjelina;
- primjenu minimalnih zahtjeva na energetska učinkovitost novih zgrada i novih građevinskih cjelina uvođenjem, na primjer, odredbe da do 31. prosinca 2020. sve nove zgrade moraju biti imati gotovo nultu potrošnju energije;
- primjenu minimalnih zahtjeva na energetska učinkovitost, naročito postojećih zgrada, dijelova zgrada na kojima se obavljaju radovi renoviranja u većim razmjerima i tehničkih sustava u zgradama prilikom svake ugradnje, zamjene ili nadogradnje;
- energetska certifikat zgrade ili građevinske cjeline, redovitu provjeru sustava za grijanje i klimatizaciju u zgradi te sustave neovisnih kontrola energetskih certifikata i izvješća o inspekcijskom pregledu.

Preinačenom Direktivom 2010/31/EU utvrđuju se minimalni zahtjevi, ali svaka država članica može zagovarati ili uvesti dodatne mjere. Kao mjere praćenja na temelju preinačene Direktive, Komisija je u travnju 2013. objavila izvješće o ocjeni učinkovitosti trenutačne financijske potpore u ostvarivanju energetske učinkovitosti u zgradama. Tim se izvješćem također nastoji pomoći državama članicama u provedbi zahtjeva utvrđenog Direktivom o energetska učinkovitosti u vezi s uvođenjem dugoročne strategije za pokretanje ulaganja u renoviranje nacionalnog stambenog fonda do travnja 2014. U veljači 2014. objavljeno je drugo izvješće kojim se osiguravaju tehničke smjernice za financiranje energetske obnove zgrada u okviru financiranja kohezijske politike.

2.2.PRAVNI I INSTITUCIONALNI OKVIR ZA ENERGETSKU UČINKOVITOST U REPUBLICI HRVATSKOJ

Politika energetske učinkovitosti se do sada u Hrvatskoj provodila putem Nacionalnih energetskih programa, Strategija energetskog razvitka Republike Hrvatske i usvajanjem energetskog zakonodavstva. No, energetska učinkovitost postaje sve značajnija odrednica hrvatske energetske politike, pa je izrađen i *Nacionalni program energetske učinkovitosti Republike Hrvatske* (RH) za razdoblje od 2008. – 2016. – *Master plan energetske učinkovitosti za Hrvatsku*. Aktivni način provođenja Master plana energetske učinkovitosti za Hrvatski definiran je *Prvim nacionalnim planom za energetske učinkovitost* za razdoblje 2008. – 2010.

U zakonodavnom okviru, kojim se uređuju odnosi u energetskom sektoru Republike Hrvatske (*Zakon o energiji*, „Narodne novine “ br. 102/2015), te strateškim dokumentima razvitka energetskog sektora i zaštite okoliša u RH (*Strategija energetskog razvitka RH*, „Narodne novine “ br. 38/02, *Nacionalna strategija zaštite okoliša*, „Narodne novine“ br. 46/02, *Nacionalni energetski program ...*) efikasno korištenje energije, istodobna proizvodnja toplinske i električne energije u jedinstvenom procesu i korištenje obnovljivih izvora energije, utvrđeno je, u skladu s postojećim stanjem energetskog sektora i razvojnim opredjeljenjem, kao interes RH.

Institucionalni okvir za energetske učinkovitost u Hrvatskoj uključuje dva ključna ministarstva. Radi se o Ministarstvu gospodarstva, rada i poduzetništva (MINGORP) kao ministarstvu nadležnom za energetiku i Ministarstvu zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (MZOPUG) koje je nadležno za zaštitu okoliša i energetske efikasnost u sektoru zgradarstva. *Zakon o prostornom uređenju i gradnji* („Narodne novine“ br. 153/13) navodi uštede energije i toplinsku zaštitu kao jedan od bitnih zahtjeva za građevinu. Isti Zakon također navodi da svaka zgrada mora imati certifikat o energetskim karakteristikama. Toplinski zahtjevi za građevine propisani su kroz *Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* („Narodne novine“ br.90/13), prema kojemu je Iskaznica potrebne topline za grijanje

zgrade sastavni dio projektne dokumentacije i mora biti dostupna na uvid kupcima, najmoprimcima i drugim ovlaštenim korisnicima zgrade.

Energetska je učinkovitost sastavni dio i politike zaštite okoliša. Zakon o zaštiti okoliša („Narodne novine“ br. 78/2015) navodi da se zahvati u okolišu trebaju planirati i izvoditi tako da što manje opterećuju okoliš, vodeći pri tome brigu o racionalnom korištenju prirodnih dobara i energije.

Vrlo značajna institucija za energetske učinkovitost u Hrvatskoj je Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Fond je osnovan radi financiranja pripreme, provedbe i razvoja programa, projekata sličnih aktivnosti u području očuvanja, održivog korištenja, zaštite i unapređivanja okoliša te u području energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije.

3. PODJELA ZGRADA PREMA TEHNIČKOJ SLOŽENOSTI S OBZIROM NA ENERGETSKU UČINKOVITOST

Zgrada je građevina s krovom i zidovima, u kojoj se koristi energija radi ostvarivanja određenih klimatskih uvjeta, namijenjena boravku ljudi, odnosno smještaju životinja, biljaka i stvari, a sastoji se od tijela zgrade, instalacija, ugrađene opreme i prostora zgrade.

Zgrade se po namjeni dijele na stambene i nestambene (Pravilnik o energetske pregledu građevine i energetske certificiranju zgrada). Stambene zgrade su one kod kojih u cijelosti ili više od 90% bruto podne površine je namijenjeno za stanovanje, odnosno da nema više od 50 m² ploštine neto podne površine u drugoj namjeni. Nestambene zgrade su sve ostale i u osnovi se mogu kategorizirati kao zgrade za gospodarske namjene i zgrade za javne namjene.

Zgrade se prema tehničkoj složenosti dijele na zgrade s jednostavnim i na zgrade sa složenim tehničkim sustavom.

3.1. ZGRADE S JEDNOSTAVNIM TEHNIČKIM SUSTAVOM

Zgrade s jednostavnim tehničkim sustavom su stambene i nestambene zgrade, ukupne podne površine zgrade manje ili jednake 400 m² i koje su:

- s pojedinačnim uređajima za pripremu potrošne tople vode i koje nisu opremljene sustavima grijanja, hlađenja, ventilacije

- s lokalnim i centralnim izvorima topline za grijanje i pripremu potrošne tople vode nazivne snage kotla ili bojlera do 30 kW, bez posebnih sustava za povrat topline i bez korištenja alternativnih sustava
- s pojedinačnim rashladnim uređajima
- s lokalnim sustavima ventilacije bez dodatne obrade zraka i bez povrata topline
- posebni dijelovi zgrade koji imaju zasebno mjerilo za grijanje, etažno plinsko grijanje, priključak na zajedničku kotlovnicu ili priključak na daljinsko grijanje

3.2. ZGRADE SA SLOŽENIM TEHNIČKIM SUSTAVOM

Sve ostale stambene i nestambene zgrade bilo koje površine, ako imaju:

- korištenje obnovljivih izvora energije,
- klimatizaciju s klima komorama,
- umjetnu ventilaciju,
- obradu zraka rekuperatorima,
- kotlovnicu s više cirkulacijskih tokova

Dopuštene vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje zgrada, ovisno o faktoru zgrade, kako je propisano u Tehničkom propisu („Narodne novine“ br. 110/08) (Tablica 1):

Tablica 1: Zahtjevi u vezi uštede energije za stambene i nestambene zgrade grijane na 18°C i više (*Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama NN 79/05*)

ZGRADE KOJE SE GRIJU NA TEMPERATURU 18°C I VIŠE		
f _o faktor oblika zgrade	Stambena zgrada	Nestambene zgrade
	Q _h " (kWh/m ² a)	Q _h ' (kWh/m ² a)
	Godišnja potrebna topline za grijanje	Godišnja potrebna topline za grijanje po jedinici obujma
f _o ≤ 0,20	Q _h " = 51,31	Q _h ' = 16,45
0,20 < f _o < 1,05	Q _h " = (41,03 + 51,41 f _o)	Q _h ' = (13,13 + 16,45 f _o)
f _o ≥ 1,05	Q _h " = 95,01	Q _h ' = 30,40

4. ENERGETSKI PREGLED I ENERGETSKO CERTIFICIRANJE ZGRADA

Postupak energetskeg certificiranja zgrade sastoji se od:

- energetskeg pregleda zgrade
- završnog ocjenjivanja rezultata energetskeg pregleda zgrade
- izdavanje energetskeg certifikata zgrade

Prvi korak za izdavanje energetskeg certifikata postojeće ili nove zgrade je provođenje energetskeg pregleda zgrade. Energetski pregled zgrade je dokument koji se provodi u cilju utvrđivanja energetskeg svojstva zgrade i stupnja ispunjenosti tih svojstava u odnosu na referentne vrijednosti te sadrži prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskeg svojstva zgrade, a provodi ga ovlaštena osoba.

4.1. ENERGETSKI PREGLED

Suvremeno upravljanje energijom u zgradama uključuje široku analizu svih energetskeg sustava zgrade. Energetski pregled zgrade podrazumijeva analizu toplinskih karakteristika i energetskeg sustava zgrade s ciljem utvrđivanja učinkovitosti potrošnje energije te donošenje zaključaka i preporuka za povećanje energetske učinkovitosti. Energetski pregled utvrđuje način korištenja energije, područja rasipanja energije i identificiranja mjere za povećanje energetske učinkovitosti.

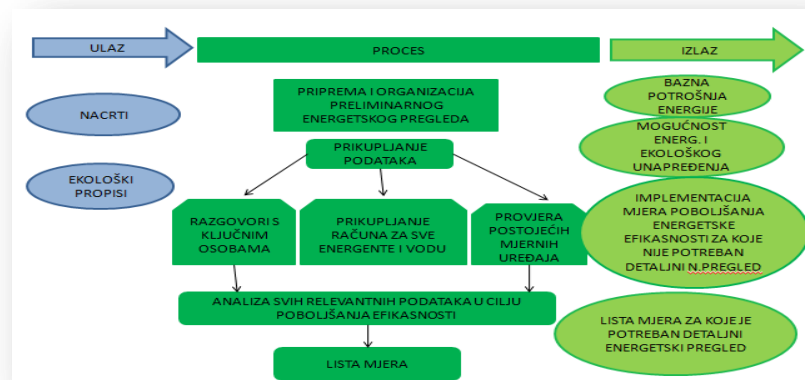
Osnovni cilj energetskeg pregleda je prikupljanjem i obradom niza parametara dobiti što točniji uvid u zatečeno energetsko stanje zgrade s obzirom na: kvalitetu sustava za grijanje, hlađenje, prozračivanje i rasvjetu; zastupljenost i kvalitetu energetskeg uređaja; građevinske karakteristike u smislu toplinske zaštite; strukturu upravljanja zgradom te pristup stanara ili zaposlenika energetskoj problematici.

Uz ustanovljenje budućeg energetskeg stanja, želja i realnih potreba za energijom, pristupa se odabiru provedivih varijanti povećanja energetske učinkovitosti objekta. Te se varijante odnose na:

- poboljšanje toplinskih karakteristika vanjske ovojnice primjenom toplinske izolacije,
- zamjenu ili poboljšanje sustava grijanja i povećanje učinkovitosti,
- zamjenu ili poboljšanje sustava klimatizacije i povećanje učinkovitosti,
- zamjenu ili poboljšanje sustava pripreme tople vode,
- promjenu energenata gdje je to ekonomski i ekološki isplativo,
- uvođenje obnovljivih izvora energije,
- poboljšanje učinkovitosti sustava električne rasvjete i električnih kućanskih aparata,
- racionalno korištenje vode.

U stručnoj se praksi razlikuju opći energetskeg pregled i detaljni energetskeg pregled, odnosno izrada investicijske studije.

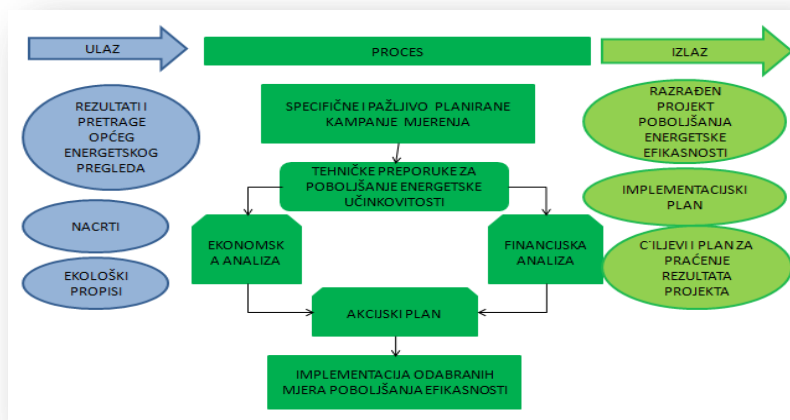
Opći energetskeg pregled (Slika 1) predstavlja prikupljanje i obradu podataka kako bi razumjeli načine korištenja energije i vode u zgradi, identificirali potencijalne mjere poboljšanja energetske efikasnosti te stvorili podloge za eventualne promjene jednostavnih mjera ili pripremu i provedbu detaljnog energetskeg pregleda.



Slika 1: Shema općeg energetskeg pregleda

Detaljni energetskeg pregled potrebno je provesti ukoliko rezultati općeg pregleda ukazuju na postojanje značajnog prostora za poboljšanje energetske efikasnosti, kako bi se mjerenjem na lokaciji potvrdili uočeni potencijalni nedostaci.

Osnovna je specifičnost detaljnog energetskeg pregleda (Slika 2) mjerenje na lokaciji, uobičajeno u trajanju od jednog do dva tjedna u sezoni grijanja i/ili hlađenja, kako bi se što je moguće točnije odredila potrošnja energije i potvrdili potencijali za uštede. Detaljnim se energetskeg pregledom ulazi u takozvanu dubinsku energetskeg analizu zgrade te se na temelju mjerenja vrednuju složenije mjere poboljšanja energetske efikasnosti koje su kao rezultat općeg energetskeg pregleda preporučene za dodatnu analizu.

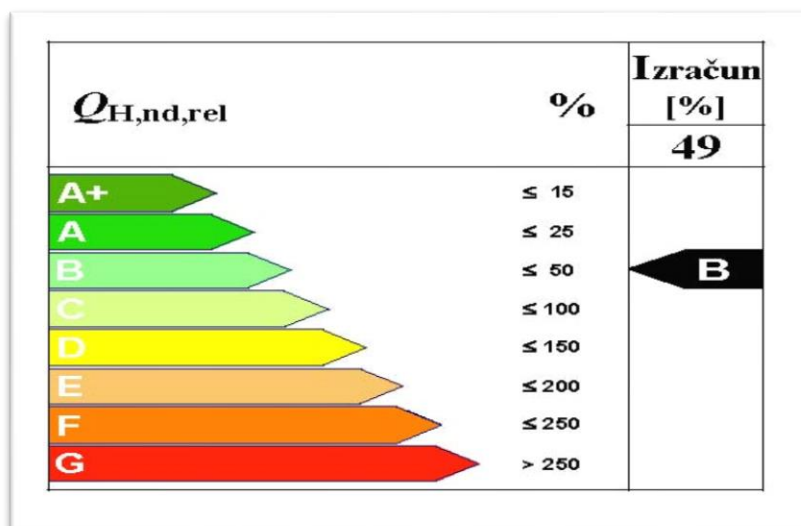


Slika 2: Shema detaljnog energetskeg pregleda

Završni dokument koji se nakon obavljenog detaljnog energetskog pregleda isporučuje klijentu često se naziva i Investicijska studija (Morvaj i sur. 2010.). Samo ime završnog dokumenta sugerira da je ključni rezultat detaljnog energetskog pregleda lista mjera poboljšanja energetske efikasnosti koje se podlažu za provedbu, odnosno investiranje.

4.2.ENERGETSKI CERTIFIKAT

Zakonom o prostornom uređenju i gradnji („Narodne novine“ br.153/13), uvodi se obavezna energetska certifikacija zgrada u Republici Hrvatskoj. Energetski certifikat zgrade je dokument kojim se predstavljaju energetska svojstva zgrade. (Slika 3) Pravilnikom o energetsom certificiranju zgrada („Narodne novine“ br.78/13) propisan je sadržaj i izgled energetskog certifikata, a izdaje ga osoba ovlaštena prema Pravilniku o uvjetima i mjerilima za osobe koje provode energetske preglede i energetske certificiranje zgrada („Narodne novine“ br. 64/013). Na energetsom certifikatu istaknute su vrijednosti koje odražavaju energetska svojstva zgrade i potrošnju energije izračunatu na temelju pretpostavljenog režima korištenja zgrade i ne moraju nužno izražavati realnu potrošnju u zgradi jer ona uključuje i ponašanje korisnika.



Slika 3. Primjer energetskog certifikata

Energetski pregled je nezaobilazan korak na putu kontrole troškova i smanjenja potrošnje energenata kroz preporuke za promjene u radnom procesu. Obuhvaća znatno široki krug aktivnosti za razliku od energetske certificiranja, dok se energetska certificiranja zgrada izvršava kako bi se kupcima i najmoćnijima omogućila usporedba i procjena energetske svojstva različitih zgrada.

4.2.1. ENERGETSKI CERTIFIKAT ZA POSTOJEĆE ZGRADE

Energetski certifikat sastoji se od energetske pregleda koji se obavezno provodi za postojeće zgrade koje podliježu obvezi energetske certificiranja, zgrade javne namjene površine preko 500 m², građevinu koju veliki potrošač koristi za obavljanje svoje djelatnosti, javnu rasvjetu, sustave grijanja u zgradama s kotlom ukupne nazivne snage 20 kW i veće, sustave hlađenja i klimatizacije u zgradama ukupne nazivne snage 12 kW i veće. U postupku provođenja energetske pregleda provode se analize koje se odnose na: način gospodarenja energijom u građevini, toplinske karakteristike vanjske ovojnice, sustav grijanja i hlađenja, ventilacije i klimatizacije, sustav za pripremu potrošne tople vode, sustav napajanja, razdiobe i potrošnje električne energije, sustav rasvjete, specifične podsustave, sustav opskrbe vodom, sustav mjerenja, regulacije i upravljanja, alternativne sustave za opskrbu energijom i obnovljive izvore energije. Na osnovu analize prikupljenih podataka predlažu se konkretne energetske, ekonomske i ekološke optimalne mjere energetske učinkovitosti za promatranu zgradu. Stručno proveden energetski pregled temelj je za izradu kvalitetnog projektnog zadatka energetske obnove postojećih zgrada.

4.2.2. ENERGETSKI CERTIFIKAT ZA NOVE ZGRADE

Energetski certifikat za nove zgrade izdaje se na osnovu podataka iz glavnog projekta u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinske zaštite, završnog izvješća nadzornog inženjera o izvedbi građevine i pisane izjave izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine. Važno je napomenuti da energetski certifikat za nove zgrade

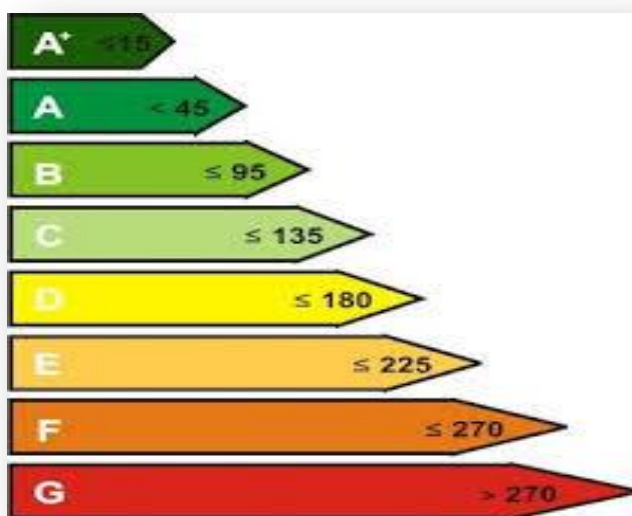
uključuje proračune energetske potrebe zgrade, potrebe specifične toplinske energije za grijanje i hlađenje za odgovarajuće klimatske podatke za cijelu godinu, određivanja energetske razreda i izradu energetske certifikata za novu zgradu.

Energetski certifikat nove zgrade izdaje se nakon što je zgrada izgrađena, a prije puštanja u pogon i izdavanja uporabne dozvole. Sadrži preporuke za smanjenje potrošnje toplinske i električne energije te vode, s ekonomskom, energetskom i ekološkom analizom ušteda.

4.3.ENERGETSKI RAZRED

Stambene i nestambene zgrade svrstavaju se u osam energetske razreda prema energetskoj ljestvici od A+ do G, s time da A+ označava energetski najpovoljniji, a G energetski najnepovoljniji razred (Slika 4).

Energetski razred grafički se prikazuje na energetskom certifikatu zgrade strelicom s podatkom o specifičnoj godišnjoj potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje $Q_{H,nd,ref}$ izraženoj u kWh/(m²a) na sljedeći način (Slika 4):



Slika 4: Energetski razredi

4.4.KAZNE ZA NEIZRAĐENI ENERGETSKI CERTIFIKAT

Sve zgrade javne namjene prema novim zakonskim propisima morale su pribaviti energetske certifikate do kraja 2012. godine. Pritom treba naglasiti da zgrade javne namjene koje imaju ukupnu korisnu površinu veću od 250 m² imaju obavezu javnog izlaganja energetskog certifikata na mjestu jasno vidljivom posjetiteljima zgrade prema Pravilniku o energetskom pregledu građevina i energetskom certificiranju zgrada („Narodne novine“ br.48/2014).

Investitor nove zgrade dužan je osigurati energetske certifikate zgrade prije obavljanja tehničkog pregleda te se prilaže zahtjevu za izdavanje uporabne dozvole. Za zgrade bruto površine do 400 m², investitor je dužan energetske certifikate dostaviti tijelu koje je izdalo rješenje o uvjetima građenja zajedno sa završnim izvješćem nadzornog inženjera. Od 10.08.2011. predviđena je novčana kazna u iznosu od 25.000,00 kuna za investitora koji prije početka korištenja građevine ne ishodi energetske certifikate zgrade. Za prodaju ili najam nekretnine bez energetskog certifikata donesena je nova odredba kojom se kazna povećava na iznos do 100.000,00 kuna ukoliko se ne ishodi energetske certifikate prije prodaje ili davanja u najam zgrade ili njezinog dijela. Ista kazna je i za vlasnika građevine koji je obveznik provođenja energetskog pregleda, a nije ga napravio. Dodatna kazna za prekršaj je za odgovornu osobu u pravnoj osobi.

5. MJERE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U ZGRADAMA

Mjere za poboljšanje energetske učinkovitosti su sve radnje koje redovito vode provjerljivom poboljšanju energetske učinkovitosti, odnosno smanjenju potrošnje energije i vode. Poboljšanjem toplinsko izolacijskih karakteristika zgrade, moguće je postići smanjenje ukupnih gubitaka topline građevine prosječno za 30 do 80%. Bitnu ulogu u tome imaju svi dijelovi ovojnice zgrade.

Valja naglasiti da su najveći gubici topline kroz prozore i vanjski zid te da se samo njihovom sanacijom postižu velike uštede. Sanacija krova iznad grijanog prostora, odnosno stropa zadnje etaže prema negrijanom tavanu, također smanjuje toplinske gubitke.

Jednostavne mjere povećanja energetske učinkovitosti, bez dodatnih troškova, uz trenutne uštede:

- ugasiti grijanje ili hlađenje noću,
- noću spustiti rolete,
- u sezoni grijanja smanjiti sobnu temperaturu za 1 °C,
- u sezoni hlađenja podesiti hlađenje na minimalno 26 °C,
- koristiti prirodno osvjetljenje,
- isključiti rasvjetu u prostoriji kada nije potrebna,
- perlice za rublje i posuđe uključivati samo kad su pune, najbolje noću.

Mjere uz male troškove i brzi povrat investicije:

- brtvljenje prozora i vanjskih vrata te postavljanje dvostrukog IZO ostakljenja,

- reduciranje gubitaka topline kroz prozore ugradnjom roleta,
- toplinsko izoliranje postojećeg kosog krova,
- ugradnja termostatskih ventila na radijatore,
- redovito servisiranje i podešavanje sustava grijanja i hlađenja,
- ugradnja štednih žarulja u rasvjetna tijela,
- zamjena trošila energetske efikasnijima- energetskog razreda A.

Mjere uz veće troškove i duži period povrata investicije:

- zamjena prozora i vanjskih vrata toplinski kvalitetnijim prozorima,
- toplinsko izoliranje neizolirane zgrade,
- povećanje toplinske izolacije izoliranje zgrade,
- centraliziranje sustava grijanja i pripreme potrošnje tople vode,
- analiziranje sustava grijanja i hlađenja,
- ugradnja sunčevog sustava za zagrijavanje vode,
- ugradnja fotonaponskog sustava za dobivanje električne energije.

5.1.ZAMJENA PROZORA I VANJSKIH VRATA

Prozor je element vanjske ovojnice zgrade koji omogućava dnevnu rasvjetu prostora, propuštanje Sunčeve energije kroz zgradu i prozračivanje prostora. Istovremeno djeluje kao prijemnik koji propušta Sunčevu energiju u prostor te kao zaštita od vanjskih utjecaja i toplinskih gubitaka.

Prozori i vanjski zidovi igraju važnu ulogu u toplinskim gubicima zgrade jer zajedno čine i preko 70% ukupnih toplinskih gubitaka kroz ovojnicu zgrade. Gubici kroz prozore dijele se na transmisijske gubitke te na gubitke ventilacijom (Bukarica i sur. 2008). Zbrajanjem transmisijskih gubitaka kroz prozore i gubitke ventilacijom, ukupni toplinski gubici predstavljaju više od 50% toplinskih gubitaka zgrade. Tehničkim propisom, koeficijent prolaska topline (U-koeficijent) kroz prozore i balkonska vrata

može iznositi maksimalno $U = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. Europska zakonska regulativa propisuje sve niže i niže vrijednosti, a one se danas kreću oko $1,40\text{-}1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$, dok se koeficijent U prozora na starim zgradama kreće od $3,00\text{-}3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$.

U ukupnim toplinskim gubicima prozora sudjeluju staklo i prozorski profil. Prozorski profil, neovisno o vrsti materijala od kojeg se izrađuje mora osigurati dobro brtvljenje, prekinuti toplinski most u profilu, jednostavno otvaranje i nizak koeficijent prolaska topline. Stakla se izrađuju kao izolacijska stakla, dvoslojna ili troslojna (Slika 5), s različitim plinovitim punjenjem (argon, kripton, xenon) ili premazima koji poboljšavaju toplinske karakteristike. U-koeficijent može se smanjiti većim brojem međuprostora i što većom širinom tih međuprostora. Dakle, U-koeficijent se može smanjiti upotrebom dvoslojnih ili troslojnih izo stakala, npr. $4+12+4+12+4$ što znači 3 stakla od 4 mm debljine na razmacima od 12 mm (Slika 6).



Slika 5: Troslojno staklo



Slika 6: Temperature na unutarnjoj strani stakla ovisno o vrsti ostakljenja

Prozorski okviri danas se najviše izrađuju od drveta, aluminijskog, PVC-a, čelika i kombinacijom navedenih materijala. U navedene okvire ugrađuje se dvostruko ili trostruko izo staklo a daljnji razvoj prozorskih okvira ide u smjeru povećanja toplinske zaštite uključivanjem toplinsko-izolacijskih materijala u sam okvir. Ugradnjom dvostrukog ili trostrukog izo stakla s plinovitim punjenjem, prozor dostiže vrijednost $U < 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$.

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

- zabrtviti prozore i vanjska vrata,
- provjeriti i popraviti okove na prozorima i vratima,
- reducirati gubitke topline kroz prozore ugradnjom roleta,
- zamijeniti prozore i vanjska vrata toplinski kvalitetnijim prozorima.

5.2.TOPLINSKA IZOLACIJA ZIDOVA VANJSKE OBUJMICE

Toplinsku izolaciju u pravilu treba izvoditi dodavanjem novog toplinsko-izolacijskog sloja s vanjske strane zida, a posebno s unutarnje strane zida. Izvedba toplinske izolacije s unutarnje strane zida nepovoljna je iz više razloga koji su kratko nabrojani u nastavku:

- Ne štiti zidove. Zidovi su podvrgnuti velikim temperaturnim razlikama i naprezanjima, koja s vremenom uzrokuju oštećenje zidova.
- Vлага neometano prolazi kroz zidove, kondenzira se i doprinosi razvoju korozije betona i čelika te potiče rast gljivica i plijesni. Rezultat svega je ubrzano trošenje objekta i vlaga u unutrašnjosti objekta.
- Unutarnja izolacija sprečava da zidovi akumuliraju toplinu od grijanja prostorija te se tako nakon prestanka grijanja unutarnje prostorije vrlo brzo hlade, što pogoduje kondenzaciji vlage.
- Kod unutarnje izolacije ključan je nedostatak što ne dopušta akumulaciju topline i ne otklanja toplinske mostove. To u praksi znači da se prostor mora stalno obilno grijati da bi se održala prihvatljiva temperatura.

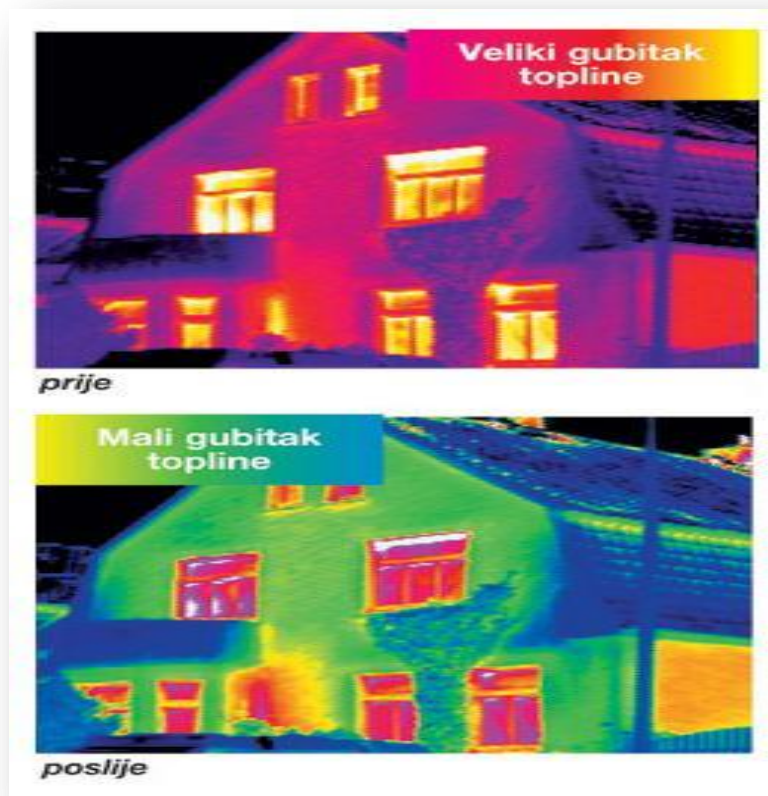
Vanjska izolacija objekta je povoljnija od unutarnje jer su tada zidovi zaštićeni od vanjskih utjecaja i naglih temperaturnih promjena. Vanjska izolacija pruža mogućnost kvalitetnije postave i uklanjanje toplinskih mostova, jer se oblaže kompletan objekt a ne samo unutrašnji prostori kao kod izolacije postavljene iznutra. Štiti vanjske zidove, smanjuje opasnosti od kondenziranja vlage i omogućava akumulaciju topline. Kod vanjskih izolacija se razlikuje kontakta fasada i ventilirana fasada. Kontaktna fasada je sistem u kojem se završni sloj nanosi direktno na izolaciju (Slika 7). Ventilirana fasada ima odvojene funkcije izolacije i završnog sloja fasade.



Slika 7: Kontaktna fasada

Kod analiza vanjske ovojnice potrebno je analizirati sve građevne konstrukcije prema vanjskom ili ne grijanom prostoru te prema tlu. Posebno treba obratiti pažnju na analizu i utvrđivanje postojanja toplinskih mostova, kao i eventualne vlage u konstrukciji.

Problemi koje je moguće otkriti termografskim snimanjem su nehomogenost materijala zida, neispravnosti ili nepostojanje toplinske izolacije, vlaga u konstrukciji, problemi ravnih krovova, toplinski mostovi i otvoreni propusti za zrak.



Slika 8: Usporedba termograma toplinski neizolirane zgrade prije rekonstrukcije i nakon izvedbe toplinske zaštite (Energetski institut Hrvoje Požar-EIHP)

5.3.TOPLINSKI MOSTOVI

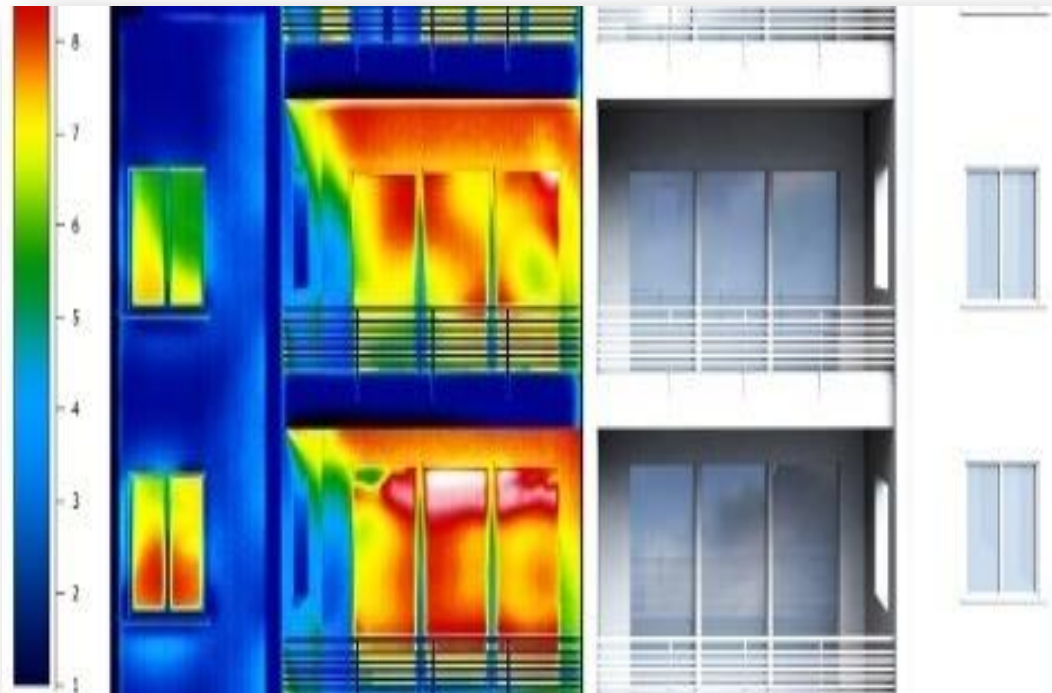
Energetska učinkovitost zgrade i potrošnja energije u zgradi, osim visokog nivoa toplinske zaštite, ovise i o izbjegavanju odnosno smanjenju toplinskih mostova na minimum. Toplinski most je manje područje u omotaču grijanog dijela zgrade kroz koje je toplinski tok povećan radi promjene materijala, debljine ili geometrije građevnog dijela (Slika 9). Zbog smanjenog otpora toplinskoj propustljivosti u odnosu na tipični presjek konstrukcije, temperatura unutarnje površine pregrade na toplinskom mostu manja je nego na ostaloj površini, što povećava opasnost od kondenziranja vodene pare.

Posljedice toplinskih mostova su promjene u toplinskim gubicima i promjene unutarnje površinske temperature. Najbolji način izbjegavanja toplinskih mostova je postavljanje

toplinske izolacije s vanjske strane cijele vanjske ovojnice, bez prekida te dobro brtvljenje spojeva. Termografskim snimanjem zgrade mogu se lijepo uočiti tipični toplinski mostovi.

Jednoličan toplinski otpor vanjske ovojnice zgrade može se promijeniti uslijed:

- potpunog ili djelomičnog prodora ovojnice zgrade materijalima drugačijih svojstava toplinske provodljivosti,
- promjene debljine građe,
- razlike između unutarnje i vanjske površine, kao što se događa na spojevima zida, poda i stropa.



Slika 9: Toplinski most (Energetski institut Hrvoje Požar)

5.4.TOPLINSKO IZOLIRANJE KROVA

Krov je građevinski element koji je najizloženiji različitim vanjskim utjecajima. Ujedno je element omotača zgrade kroz kojeg prolazi veliki dio toplinske energije. Zato je vrlo važno da krov ima dostatnu toplinsku izolaciju i toplinsku stabilnost te zračnu nepropusnost.

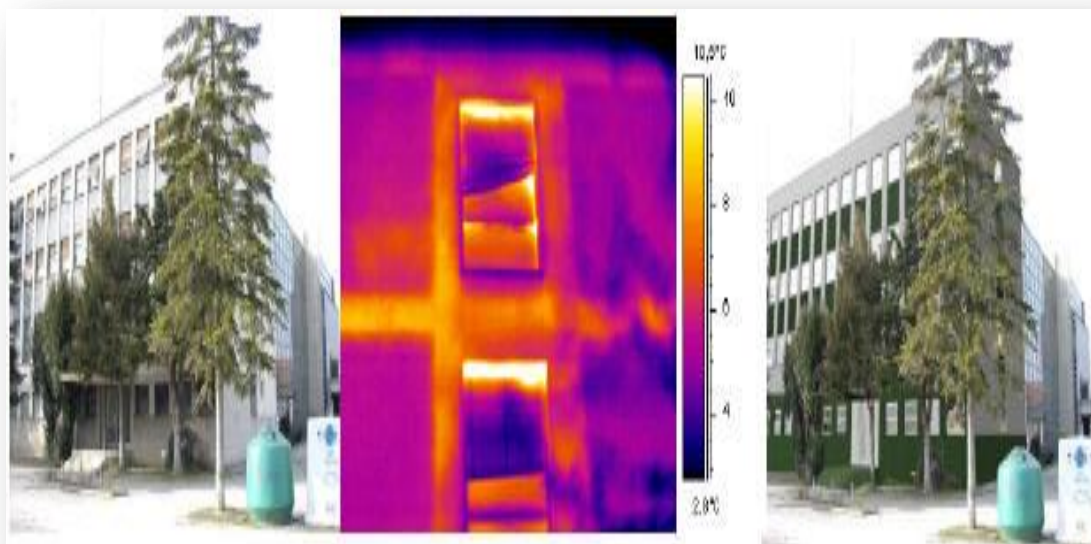
Najčešći oblik krova na obiteljskim kućama i manjim stambenim objektima je kosi krov ispod kojeg je tavanski prostor često namijenjen za stanovanje. U mnogo slučajeva taj prostor nije adekvatno izoliran te zbog toga može doći do pregrijavanja ljeti, ali i značajnih toplinskih gubitaka zimi koji mogu činiti i preko 30% ukupnih gubitaka toplinske energije kroz toplinsku ovojnicu zgrade. Naknadna toplinska izolacija krova je jednostavna i ekonomski vrlo isplativa, jer je povratno razdoblje investicije od 1-5 godina. Za toplinsku izolaciju kosih krovova treba koristiti nezapaljive i paropropusne toplinsko izolacijske materijale, npr. kamena vuna. Detalj spoja toplinske izolacije vanjskog zida i krova treba riješiti bez toplinskih mostova. Ako prostor ispod kosog krova nije grijan, toplinsku izolaciju treba postaviti na strop zadnje etaže prema negrijanom tavanu. Preporučljiva debljina toplinske izolacije na kosom krovu iznosi najmanje 16 do 20 cm.

Ravni krovovi su najviše izloženi atmosferskim utjecajima od svih vanjskih elemenata zgrade. Zato je važno kvalitetno ih izolirati i toplinskom i hidroizolacijom te pravilno riješiti odvodnju oborinskih voda. Ravni krov može biti riješen kao prohodni, neprohodni ili tzv. zeleni krov. U skladu s tim izvodi se završna obrada krova.

5.5.TOPLINSKA IZOLACIJA PODA

Toplinski gubici kroz pod čine 10% od ukupnih toplinskih gubitaka, a postavljanjem toplinske izolacije moguće ih je smanjiti i za 60%. Pod na tlu potrebno je izolirati s minimalno 10 cm toplinske izolacije. Kod novogradnje se pod na terenu treba toplinski izolirati sa što većom debljinom toplinske izolacije, dok kod postojećih zgrada takva mjera uglavnom nije ekonomski isplativa, zbog većih građevinskih zahvata.

Iako su gubici kroz pod na tlu relativno mali u usporedbi s gubicima drugih dijelova konstrukcije, temperatura podne plohe slična temperaturi unutrašnjeg prostora puno je ugodnija za boravak.



Slika 10: Poslovna zgrada HEP Elektra Koprivnica; zgrada prije rekonstrukcije i danas nakon rekonstrukcije (Energetski institut Hrvoje Požar)

6. ZAKLJUČAK

Energetska učinkovitost, korištenje obnovljivih izvora energije i zaštita okoliša, danas su najaktualnije teme. Stalni porast cijene energenata i činjenica da su konvencionalni izvori energije ograničeni i iscrpivi te razvoj svijesti o uštedi energije i zaštiti okoliša, dovodi pitanje energetske učinkovitosti u zgradarstvu i korištenja obnovljivih izvora energije u zgradama na vrlo značajno mjesto u razvijenom svijetu.

Korisnici stanova, kuća i poslovnih prostora danas sve više žele znati u kakvom prostoru žive, koliko troše energije za postizanje željenog standarda i kako se to sve odražava na zaštitu okoliša i klimatske promijene.

Izvedba odgovarajuće toplinske zaštite zgrada, najvažniji je element za postizanje suvremene energetske učinkovitosti. Takav način građenja, ulaskom u Europsku Uniju postao je obveznim standardom. Kvalitetan sloj toplinske izolacije, zabrtvljeni prozori i vrata koji osiguravaju sprečavanje gubitka topline, neophodni su za ostvarivanje energetske učinkovitosti. Povratno razdoblje ulaganja u toplinsku zaštitu kao dio energetike zgrade, danas u Hrvatskoj zbog relativno niske cijene energije te visoke cijene materijala za toplinsku zaštitu, kreće se uglavnom od 5 do 10 godina, pa i više. Međutim, porastom cijene energenata te razvojem sustava poticaja energetske učinkovitosti, u budućnosti se može i očekivati znatno brži povrat ulaganja. Ono što je sigurno, to je značajan doprinos zaštiti okoliša i smanjenju emisija štetnih plinova u okoliš.

7. LITERATURA

PRIRUČNIK:

Bukarica V. i sur. (2008). *Priručnik za energetske savjetnike*. Zagreb, Hrvatska, Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) u Hrvatskoj

Morvaj Z. i sur. (2010). *Priručnik za provedbu energetskih pregleda zgrada*. Zagreb, Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) u Hrvatskoj

Tomšić Ž. (2014). *Ciljevi energetske politike EU i energetska efikasnost u Europskoj uniji*. Zagreb, Hrvatska, Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) u Hrvatskoj

PROPISI:

Zakon o energiji. (2015.) Narodne novine broj 102/2015 [22.09.2015.]

Zakon o gradnji (2013.) Narodne novine broj 153/13 [12.12.2013.]

Zakon o prostornom uređenju (2013). Narodne novine broj 153/13 [12.12.2013.]

Zakon o zaštiti okoliša (2015.) Narodne novine broj 78/2015 [08.07.2015.]

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (2013.) Narodne novine broj 90/13 [08.07.2013.]

Pravilnik o energetske certificiranju zgrada (2013.) Narodne novine broj 78/13 [14.06.2013.]

Pravilnik o uvjetima i mjerilima za osobe koje provode energetske preglede i energetske certificiranje zgrada (2013.) Narodne novine broj 64/13 [14.06.2013.]

Pravilnik o energetskom pregledu građevine i energetskom certificiranju zgrada (2015.) Narodne novine broj 133/2015 [09.12.2015.]

STRANICE NA INTERNETU:

Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja (2012.) *Energetska učinkovitost, Prvi nacionalni plan za energetske učinkovitost Republike Hrvatske za razdoblje 2008.-2010.* [Online]. Dostupno na: <http://www.mgipu.hr/default.aspx?id=14552> [27.6.2016.]

Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja (2012.) *Energetski razred* [Online] Dostupno na: <http://www.mgipu.hr/default.aspx?id=14754> [27.6.2016.]

POPIS SLIKA:

Slika 1: Shema općeg energetskog pregleda

Slika 2: Shema detaljnog energetskog pregleda

Slika 3: Energetski certifikat

Slika 4: Energetski razred

Slika 5: Troslojno staklo

Slika 6: Temperature na unutarnjoj strani stakla ovisno o vrsti ostakljenja

Slika 7: Kontaktna fasada

Slika 8: Usporedba termograma toplinski neizolirane zgrade prije rekonstrukcije i nakon izvedbe toplinske zaštite

Slika 9: Toplinski most

Slika 10: Poslovna zgrada HEP Elektra Koprivnica; zgrada prije rekonstrukcije i danas nakon rekonstrukcije

POPIS TABLICA :

Tablica 1: Zahtjevi u vezi uštede energije za stambene i nestambene zgrade grijane na 18 °C i više

POPIS KRATICA:

EU- Europska unija

CO₂ – ugljični dioksid

Mt- mega tona

EPBD- The Energy Performance of Buildings Directive (Direktiva o energetskeim svojstvima zgrade)

MZOPUG- Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva

MZOIP- Ministarstvo zaštite okoliša i prirode

NN- Narodne novine

RH- Republika Hrvatska

MINGORP- Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva

f₀ – faktor oblika zgrade

Q_h – godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade

Q_h' – godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici obujma grijanog dijela zgrade

Q_{H,nd,ref} – godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke

U – koeficijent prolaska topline kroz prozore i balkonska vrata

UNDP- Program Ujedinjenih naroda za razvoj

PRILOG 1

ENERGETSKI CERTIFIKAT