

PRIMJENA INFRACRVENE TERMOGRAFIJE U ODREĐIVANJU ENERGETSKIH GUBITAKA U ZGRADARSTVU

Vladimir Pašagić, Aco Šikanić, Jure Talajić
Brodarski institut d.o.o.
10020 Zagreb, Av.V.Holjevca 20
Tel. 01 6504138, Fax: 01 6504 360
vladimir.pasagic@hrbi.hr

SAŽETAK

Da bi se u Republici Hrvatskoj (RH) ostvarila planirana ušteda energije racionalnom potrošnjom energije u zgradarstvu nužna je učinkovita primjena Direktive 2002/91/EU (Europska direktiva o energetske svojstvima zgrada). Potrošnja energije u zgradarstvu predstavlja znatan udio u ukupnoj potrošnji energije RH, a poboljšanje energetske učinkovitosti u zgradarstvu je jedna od tehnološki najmanje zahtjevnih i vjerojatno najisplativija metoda za smanjivanje emisija stakleničkih plinova. Smanjenjem potrošnje energije u zgradarstvu doprinijet će izvršavanju obveza koje slijede iz Kyoto-protokola, po pitanju smanjenja emisije stakleničkih plinova.

Jedan od važnijih čimbenika primjene Direktive 2002/91/EU, odnosno poticaja ostvarenja stvarnih ušteda energije u zgradarstvu, energetske su iskaznice zgrada, koje moraju izdavati nezavisni, odnosno nepristrani stručnjaci. Važan dio energetske iskaznice jesu realni gubitci energije grijanja i hlađenja zgrade.

U radu se prezentiraju rezultati procjene gubitaka topline u zgradarstvu dobiveni uporabom infracrvene termografije, kao jeftine i brze metoda određivanja gubitaka topline u zgradarstvu, i za novosagrađene objekte i objekte koji bi se trebali rekonstruirati. Temeljem prezentiranih rezultata razmatra se nužnost opsežnijeg načina provođenja energetske audita zgrada spram postojećeg. Razmatra se mogući doprinos smanjenju potrošnje energije u zgradarstvu kroz korištenje obnovljivih izvora energije, a time i nužnost sagledavanja potencijala korištenja obnovljivih izvora za svaku zgradu pri provedbi energetske audita.

Ključne riječi: infracrvena termografija, gubici topline, energetske audit

1. UVOD

Energija je jedan od strateških resursa suvremene države, a permanentni rast cijena energenata je realnost, te su nastojanja država europske unije (EU) da smanje potrošnju energije trajni cilj i temelj ekonomskog razvoja i porasta standarda stanovništva.

U državama EU preko 40 % od ukupne potrošnje energije je u zgradarstvu te povećanje energetske učinkovitosti u zgradarstvu, odnosno smanjenje gubitka energije, je od posebnog ekonomskog interesa. Utvrđeno je da najbrži i najjeftiniji način smanjenja potrošnje energije je provedba odgovarajućih mjera u zgradarstvu, implementiranih u odgovarajućim europskim normama i direktivama.

Krajem 2002. na snagu je stupila Direktiva o energetske značajkama zgrada (2002/91/EC) /The Energy Performance of Buildings Directive, u daljnjemu tekstu EPBD/ [1], čiji je glavni cilj uspostaviti trajne, jedinstvene mehanizme za poboljšanje energetske značajke zgrada stambene i javne namjene na razini EU-a, uzimajući u obzir klimatske i lokalne razlike između pojedinih država.

Jedna od najvažnijih značajka EPBD-a je da se s energetskeg aspekta zgrada promatra kao energetska cjelina. Ta cjelina obuhvaća s jedne strane energetske značajke građevne konstrukcije i elemenata, a s druge svu instaliranu energetske opremu u zgradi (sustav za grijanje, pripremu tople vode, rasvjetu, hlađenje, prozračivanje i dr.). EPBD ne obuhvaća ne instaliranu opremu u zgradi (npr. kućanski uređaji, uredska oprema, samostojeća rasvjetna tijela i dr.).

Integralni pristup različitim energetske parametrima u zgradi, što zahtijeva EPBD, omogućuje definiranje jedinstvenih pokazatelja energetske značajke zgrade, te zajedničku metodologiju i nazivlje na razini EU-a. Na taj se način postiže određena razina usklađenosti, čime se olakšava postizanje osnovnih zajedničkih ciljeva: povećanja potencijala energetske ušteda i smanjenja emisije CO₂ u zgradarstvu EU-a. Sve zgrade koje se grade, prodaju ili iznajmljuju bit će certificirane i takvi energetske certifikati s podacima o godišnjoj potrošnji za grijanje zgrade bit će dani na uvid svim zainteresiranim strankama. Sve to trebalo bi pokrenuti tržište u smjeru povećanja energetske učinkovitosti.

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 poboljšanja tih sustava u smislu uštede energije i emisije štetnih tvari.

Poduzete mjere u zgradarstvu s ciljem energetske učinkovitosti smatraju se uspješnim ako rezultiraju smanjenjem potrošnje energije, a time i smanjenjem računa za potrošenu energiju, uz povećanje ili zadržavanje razine temperaturne i drugih udobnosti korisnika zgrade. Poznato je da poboljšanje toplinske izolacije zgrade znači uklanjanje tako zvanih „hladnih točaka“ i znatno povećava razinu temperaturne udobnosti korisnika prostora uz istodobno smanjivanje potrošnje energije.

2. ODREĐIVANJE ENERGETSKIH ZNAČAJKI ZGRADA

Potencijal smanjenja potrošnje energije u Hrvatskoj, kroz provedbu energetske učinkovitosti u zgradarstvu, su i veći nego u većini država EU. Razlog navedenom je vremensko zaostajanje primjene normi i propisa, spram zapadnih država EU, kojima se određuju dozvoljeni gubici topline kroz ovojnici zgrade [2]. Relativno kasno propisivanje obveza u svezi toplinske izolacije zgrada kao i nedostatni nadzor primjene razlog su postojanja značajnih gubitaka energije grijanja u zgradarstvu. Stoga implementacija EPBD može rezultirati značajnom uštedom energije uz uvjet da se implementacija sprovede stvarno a ne formalno.

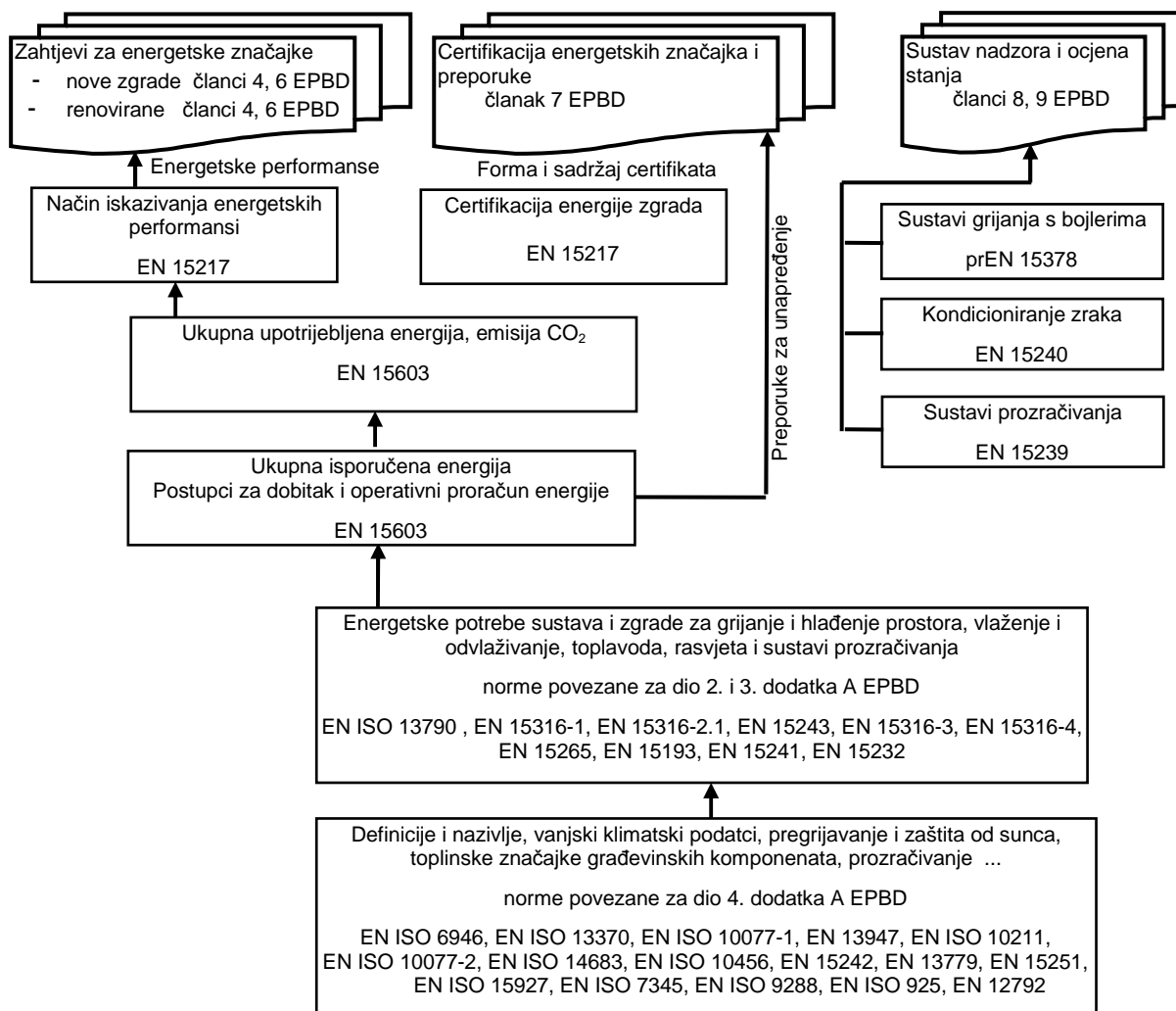
Direktivom (EPBD) su propisani osnovni zahtjevi koje sve zemlje članice moraju poštovati. Brojna iskustva su pokazala da je za odabir najboljega pristupa upravljanju energijom u postojećim zgradama, koji se temelji na najdjelotvornijim mjerama energetske učinkovitosti za promatranu zgradu, nužno provesti energetske neovisnu ocjenu. Ta ocjena, osim prikupljanja podataka, obuhvaća i obradbu prikupljenih podataka koja je podijeljena u 4 skupine, i to: 1. uporaba, potrošnja i troškovi energije; 2. godišnja potrebna toplina za grijanje; 3. procjena potencijala energetske ušteda zgrade; 4. zaključna razmatranja koja sadrže energetske značajke zgrade i prijedlog ekonomski opravdanih mjera energetske učinkovitosti [3].

Izražavanje energetske značajke zgrade je potrebno jer omogućuje energetske certifikaciju zgrada te potiče vlade, projektante zgrada, vlasnike, korisnike i druge da poboljšaju energetske značajke zgrada.

Energetske certificiranje zgrada zahtijeva metode koje su primjenjive i na nove i na postojeće zgrade i tretira ih na jednak način. Dakle norme prezentiraju metodologiju koja daje

ekvivalentne rezultate za različite nizove podataka [4]. U slučaju starih zgrada često nedostaju podatci te treba izvršiti procjenu vrijednosti tih zgrada te izračunati standardnu energiju potrebnu za grijanje i hlađenje prostora, prozračivanje, toplu vodu i rasvjetu.

Složenost EPBD-a lako je uočljiva s pomoću međusobne povezanosti norma potrebnih za određivanje kako projektiranih tako i realiziranih energetske značajke zgrada [5]. Kompleksnost problematike ilustrirana je na slici 1. gdje je dana shema povezanosti EPBD-a i norma za problem metodologije računanja energetske značajke zgrada.



Slika 1.: Metodologija računanja energetske značajke zgrade

Za energetske certifikacije zgrada nužno je raspolagati s točnim i potpunim nizom podataka vezanih za energetske potrebe zgrade kao i kolika je stvarna potrošnja energije. Do određenih podataka jedino je moguće doći kroz relevantna mjerenja. Navedene podatke i obradu moraju obavljati stručne, nepristrane osobe, odnosno institucije. Dokaz o stručnoj kompetenciji i nepristranosti, odnosno o ne postojanju sukoba interesa za obavljanje energetske audita, analizu i certifikaciju je odgovarajuća akreditacija.

Nije najbolje rješenje, s obzirom na potencijalni sukob interesa, da institucije i fizičke osobe, koje kao jednu od svojih djelatnosti imaju i aktivnosti vezane uz projektiranje i izvedbu mjera energetske učinkovitosti u zgradarstvu, rade poslove vezane uz energetske audit, energetske iskaznice ili certifikaciju zgrade. Možda je navedeno i jedan od razloga što se kroz energetske audite, koji se provode u Hrvatskoj, poglavito navodi građevinska

adaptacija zgrade kao jedina mogućnost smanjenja gubitka energije grijanja kroz vanjsku ovojnici zgrade.

Za zgrade koje imaju grijanje riješeno korištenjem vlastitih kotlovnica na tekuća ili kruta goriva često postoji realna osnova za ekonomski isplativo smanjenje potrošnje goriva primjenom parcijalnog grijanja sunčevom energijom pomoću kolektora i/ili toplinskim crpkama. Prosudba o isplativosti takva sustava ovisi o više faktora, od koji se većina dobiva pri energetsom auditu, a mora se temeljiti na relevantnom proračunu. Stoga bi naručitelj energetskih audita trebao proširiti zahtjev na sadržaj analize vezane za obradu rezultata tih audita.

Primjenom termografskih mjerenja, sukladno normi HRN EN 13187:2000 [6] moguće je brzo i učinkovito utvrditi stanje toplinske izolacije vanjske ovojnice zgrade, a time mjesta, dimenzije i veličinu gubitaka toplinske energije zgrade. Kako je u Hrvatskoj relativno čest slučaj da dokumentacija (projektna, izvedbena) ne odgovara realnom stanju to mjerenja kojim se provjerava podudarnost stanja vanjske ovojnice zgrade s dokumentacijom su nužna. Termografsko mjerenje je brzo, jeftino i učinkovito te se nameće kao zadovoljavajuća kvalitativna metoda pri energetsom auditima zgrada. Povoljna okolnost za primjenu te metode mjerenja u Hrvatskoj slijedi iz činjenice da se edukacije za termografistu provode na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, a termografska oprema se može kupiti u Hrvatskoj i to od mnogih svjetskih proizvođača, uz osigurani servis opreme.

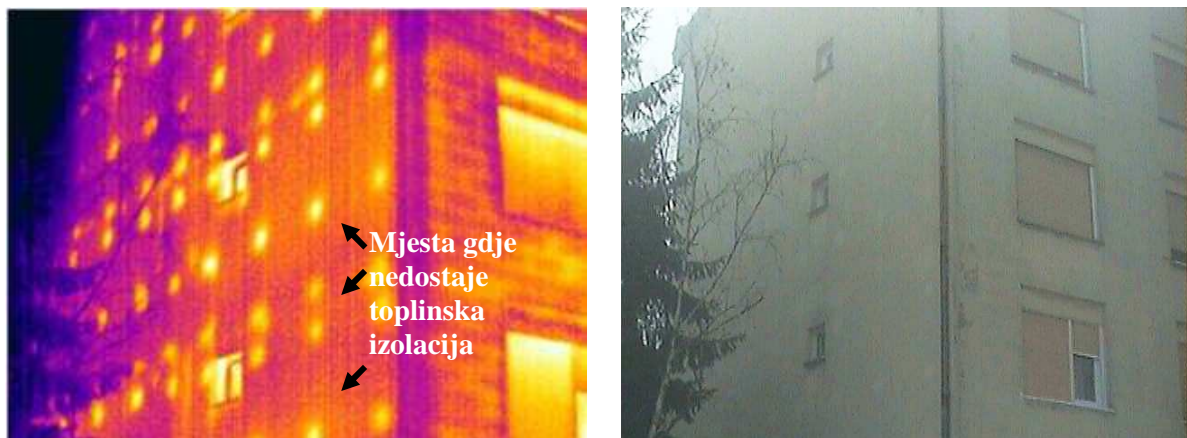
3. PRIMJERI GUBITAKA TOPLINE U ZGRADARSTVU

Provedbom niza energetskih audita, poglavito tzv. „walk trough“ audita, koristili smo suvremenu termovizijsku kameru ThermoCAM P65, s objektivima od 23° i 45°. Obrada termograma vršena je s programom ThermoCAM Reporter Pro 8. Postupajući sukladno relevantnim normama [7] bili smo u stanju utvrditi postojanje i veličinu toplinskih mostova, mjesta slabe li nedostajuće toplinske izolacije, ocijeniti stanje toplinske propusnosti vanjske stolarije, nepravilnosti rada grijućih tijela sustava grijanja i sl.

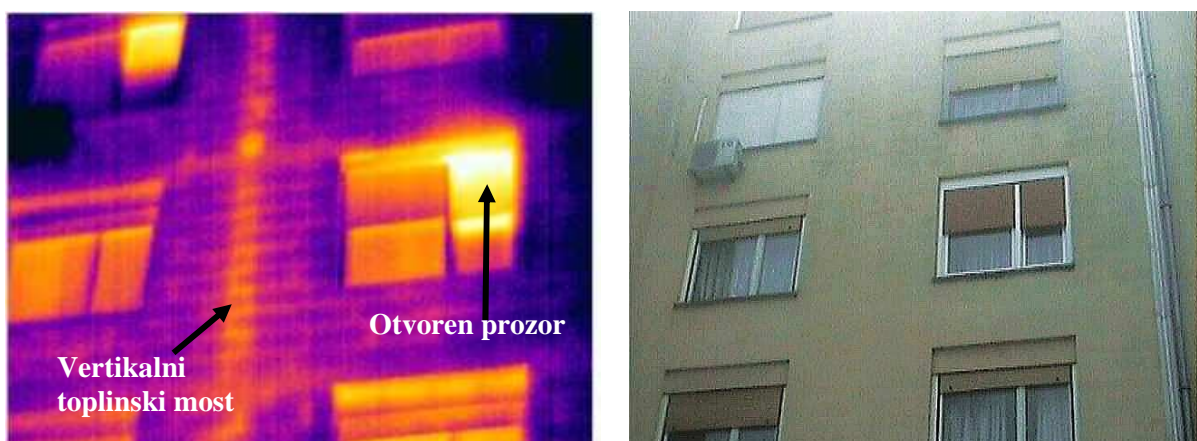
Često su termovizijska mjerenja pokazala da dokumentacija vezana za fiziku zgrade nije točna, odnosno da ne odgovara realnom stanju. Radi ilustracije navedenog, na slikama 2. do 5. dati su termogrami s pridruženim fotografijama nekih zgrada. Na termogramima svjetlijom bojom prikazane su površine s višom temperaturom, a površine s nižom temperaturom tamnijom bojom.



Slika 2.: Slaba toplinska izolacija vanjskog zida, prozora i kutije za rolete je uočljiva. Pri proračunu potrebno je koristiti korigirane, odnosno povećane koeficijente prolaza topline i zida i prozora od onih koji su navedeni u projektnoj dokumentaciji.

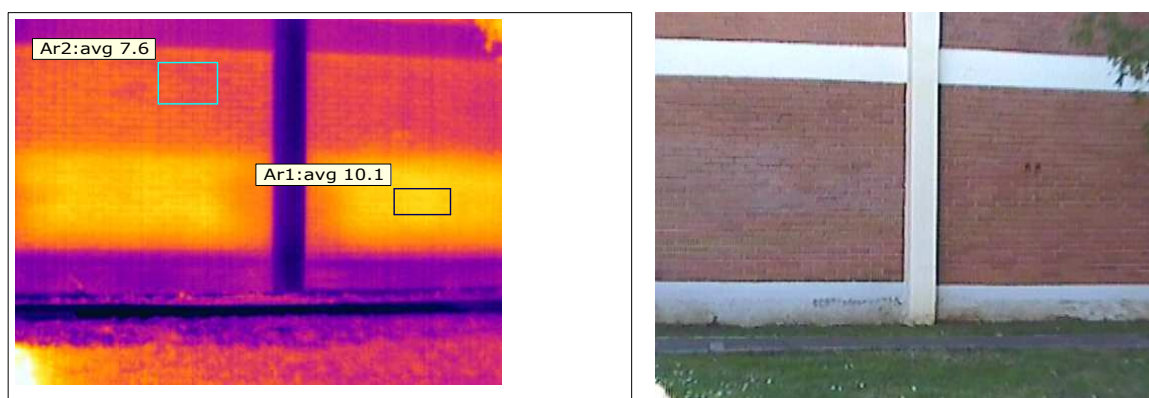


Slika 3.: Pored gubitaka topline kroz prozore vidljivo je ne postojanje dijela izolacije na bočnom zidu zgrade.



Slika 4.: Pored gubitaka topline kroz prozore vidljivo je postojanje toplinskog mosta kao i slabo stanje toplinske izolacije.

Kao primjer slabe toplinske izolacije sportske dvorane novosagrađene škole dat je termogram na slici 5.



Slika 5.: Slaba toplinska izolacija vanjskog zida uzrokuje povećane gubitke topline grijanja. Realni koeficijent prolaska topline vanjskog zida je viša za cca 30 % spram vrijednosti iz projektne dokumentacije.

4. ZAKLJUČAK

Rješavanje problema energetske učinkovitosti zgrada prije svega je pitanje ekonomske isplativosti. Primjena propisa o poboljšanoj toplinskoj zaštiti novih i postojećih objekata nije ni jednostavan ni brz proces i samo niz usklađenih mjera može dovesti do željenog cilja. Prije svega treba učiniti troškove razvidnima, a što se postiže energetske certifikatom koji daje procjenu energetske efikasnosti objekta usporedbom s vrijednostima koje su propisane. Nužan korak u realizaciji navedenog je stručan energetski audit kojega trebaju provoditi isključivo nepristrane organizacije i osobe, odnosno oni koji nemaju potencijalno interesa temeljem rezultata provedenih audita. Dokaz stručne kompetentnosti, osposobljenosti i kvalitete obavljanja poslova je relevantna akreditacija, a kako se ovdje radi o nadzoru, odnosno inspekciji to je onda akreditacija prema HRN EN ISO/IEC 17020.

LITERATURA

- [1] Directive 2002/91/EU; http://www2.env.uea.ac.uk/gmmc/energy/energy_pdfs/EU_buildings_directive.pdf
- [2] Mardetko-Škoro, N.; Fučić, L.; Bertol-Vrček, J.: *Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama*, Građevinar 57 (2005), 485-493
- [3] Kolega V.: *Energetski audit zgrada javne namjene – načini prikupljanja podataka*, Energija 54 (2005), 2, 107-119
- [4] CEN/BT/WG 173 EPBD, Explanation of the general relationship between various CEN standards and the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) („Umbrella document“), 2006.
- [5] Pašagić, V.: *Implementacija direktive o energetske značajkama zgrada*, Glasilo Hrvatskog zavoda za norme, (2006), 6, 7-14
- [6] HRN EN 13187:2000, „Toplinske značajke zgrada – Kvalitativno otkrivanje toplinskih mostova u obodnim konstrukcijama zgrade – Metoda infracrvenog snimanja“
- [7] ASTM C 1060-90, 2003, „Standard Practice for Thermographic Inspection of Insulation Installations in Envelope Cavities of Frame Buildings“; ASTM D 4788-03, 2003, „Standard Test Method for Detecting Delaminations in Bridge Decks Using Infrared Thermography“; HRN EN 13187:2000, „Thermal performance of buildings – Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes – Infrared method

THE APPLICATION OF INFRARED THERMOGRAPHY TO DETERMINE ENERGY LOSSES IN BUILDING CONSTRUCTION

SUMMARY

In order to achieve planned energy savings through rational energy consumption in building construction in Republic of Croatia (RH), it is necessary to efficiently apply Directive 2002/91/EU (European directive on the energy performance of buildings). Energy consumption in building construction represents a significant part of the total energy consumption in RH, and the improvement of energy efficiency in building construction is one of the technologically least demanding and probably most cost-effective methods for reduction of greenhouse gases emission. Reduction of energy consumption in building construction would contribute to the fulfillment of obligations derived from the Kyoto Protocol concerning the reduction of greenhouse gases emission.

One of the more important factors in the application of Directive 2002/91/EU, that is the promotion of actual energy savings in building construction, are building energy identification cards that have to be issued by independent and unbiased experts. The important parts of a building energy identification card are real energy losses in heating and cooling of the building.

This paper presents the results of heat loss estimates in building construction acquired through the use of infrared thermography as a low-cost and fast method of determining heat losses in building construction, for both newly built objects and those due for reconstruction. Based on the results given, the necessity of a more extensive manner of application of building energy auditing as compared to the existing one is considered. The paper also examines possible contribution to reducing energy consumption in building construction through the use of renewable energy sources, including the necessity of reviewing the potential for the use of renewable energy sources for each building during the energy auditing process.

Key words: infrared thermography, heat loss, energy audit