

38. MEĐUNARODNI KONGRES O GREJANJU,
HLADENJU
I KLIMATIZACIJI, 5 - 7. XII 2007. Beograd,
Srbija

38th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEATING,
REFRIGERATING AND AIR - CONDITIONING

POTENCIJALI UŠTEDE ENERGIJE U STAMBENOM
SEKTORU U SRBIJI U FAZAMA PROJEKTOVANJA,
REKONSTRUKCIJE I KORIŠĆENJA

Dubravka Mijuca

Katedra za mehaniku, Matematički fakultet, Univerzitet u Beogradu
www.matf.bg.ac.yu/~dmijuca, dmijuca@matf.bg.ac.yu

Abstract. U radu je prikazana metoda jednostavnih mera poboljšanja energetskeg ponašanja prosečne stambene jedinice u Novom Beogradu, kao i finansijsko-ekonomska analiza primenjenih mera, a shodno Direktivi 2002/91/EC Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) i njenim Članovima 3. i 4. koji govore o osnovnom okviru za metodologiju proračuna ukupnog energetskeg ponašanja (EP) zgrada i minimalnim EP zahtevima, respektivno. Generalno EPBD teži opštem pristupu, radu po nivoima i transparentnosti, ali u pogledu postupaka za proračun energetskeg ponašanja zgrada ostavlja prostor za različite pristupe na regionalnom nivou. Poznato je da na sektor zgradarstva otpada 40% finalne potrošnje energije, kao i da je u domaćinstvima primenom već dostupnih tehnologija moguća ušteda potrošnje energije i do 27%. Na jednom prosečnom stanu od 86m², koji po savremenim merilima odgovara potrebama četvoročlane porodice, napravljena je tehno-ekonomska analiza ulaganja u četiri proste vrste poboljšanja energetske efikasnosti građevinskog omotača stambenog prostora u Srbiji.

1 Uvod

Smanjenje energetske potrebe zgrade bez smanjenja unutrašnjeg komfora, je cilj i strateški interes evropskih zemalja. Implementacijom Direktive 2002/91/EC i EPBD platvorne uopšte, svaka zemlja u Evropi treba da učestvuje u dostizanju tog cilja, a shodno svojim specifičnostima i zakonima. U studiji [1] obrađene su dosadašnje implementacije EPBD u 23 evropske zemlje, kao i profili energetske produktivnosti u tim zemljama. Takođe su obrađeni trenutni statusi procedura potrebnih za sertifikaciju energetske ponašanja zgrada, kao i zahtevi za eksperte i jednostavna merenja na licu mesta u cilju brže ocene energetske performansi.

Direktiva EPBD postavlja zahteve u pogledu osnovnog okvira za metodologiju proračuna ukupnog energetske ponašanja objekata [2]. Generalno, EPBD teži zajedničkom pristupu, radu na principu nivoa i transparentnosti. Ali u pogledu postupaka za proračun energetske ponašanja zgrada, ona ostavlja prostor za različite pristupe na regionalnom nivou.

Ovaj uravnoteženi pristup proizilazi iz nekoliko deklamacija EPBD. Deklamacije prethode samim članovima EPBD i sadrže razmatranja koja su dovela do EPBD. Deklamacija (10), (21) i (11) kažu:

- (10) energetske ponašanje zgrada treba da bude proračunato na osnovu metodologije, koja može biti različita na regionalnom nivou [...]. Zajednički prilaz ovom procesu [...] će pomoći nastanku postupaka u državama članicama koje treba da uštede energiju u zgradama i da uvedu transparentnost za potencijalne vlasnike i korisnike u odnosu na energetske ponašanje zgrada na tržištu.
- (21) u skladu sa pomoćnim principima i proporcionalnošću, koji su izloženi u članu 5 sporazuma, opšti principi obezbeđuju zahteve sistema energetske ponašanja zgrada i ti ciljevi bi trebali da budu utvrđeni na nivou zajednice, ali detaljnije implementiranje trebalo bi da bude ostavljeno državama članicama, dopuštajući da svaka država članica izabere režim koji najbolje odgovara određenoj situaciji. Ova Direktiva se ograničava na minimum zahteva da bi dostigla te ciljeve i ne ide dalje od onoga što je za to neophodno.
- (11) komisija namerava dalje da razvije standarde kao što su EN 832 i prEN 13790, takođe uključujući razmatranje klima sistema i osvetljenja.

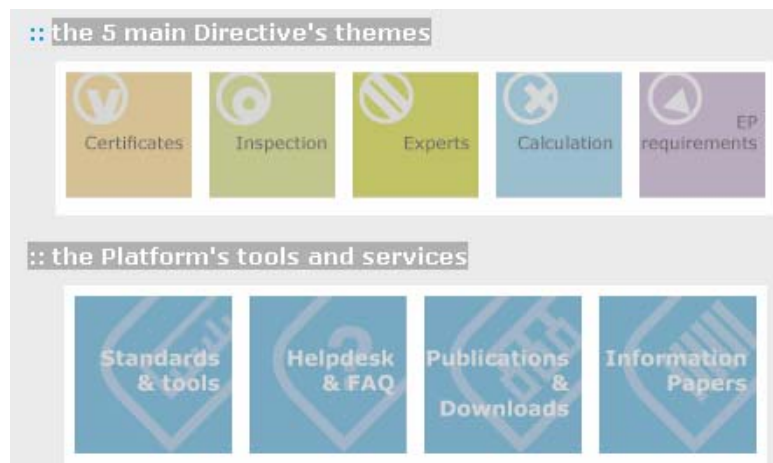
Član 3. EPBD govori o usvajanju metodologije i predstavlja glavni član EPBD koji sadrži metodologiju proračuna. i glasi:

- (3) Države članice će zahtevati na nacionalnom ili regionalnom nivou, metodologiju proračuna, energetskeg ponašanja zgrada na osnovu opšteg sistema iznetog u Aneksu. Deo 1 i 2 ovog sistema će biti prilagođene tehničkom napretku u skladu sa postupkom navedenim u članu 14(2), razmatrajući standarde ili norme zahtevane u zakonodavstvu država članica. Ova metodologija će biti postavljena na nacionalnom ili regionalnom nivou. Energetsko ponašanje zgrade će biti izraženo u transparentnom stavu i može uključiti indikatore CO₂ emisije.

Kao što se vidi Član 3 je veoma jasan u pogledu aspekata koji će kao minimalni biti uključeni u metodologiju proračuna.

Takođe će se razmatrati pozitivan uticaj obnovljivih energetskeg izvora, kombinovane toplote i snage, oblasti grejanja i hlađenja i prirodnog gasa. Sa druge strane, jedna veličina nije pogodna za sve: aktuelna metodologija je postavljena na nacionalnom ili regionalnom nivou. Takođe nije propisan način kako iskazati energetsko ponašanje zgrada.

Šematski prikaz EPBD platforme [3] je prikazan Slici 1:



Slika 1. Šematski EPBD tema i alata i servisa (<http://www.buildingsplatform.org>).

Prema Članu 8. EPBD energetsko ponašanje zgrade treba da bude izraženo u transparentnom stavu i može uključiti indikatore CO₂ emisije.

Izbor metodologije proračuna pogodna za upotrebu zavisi od ciljeva proračuna. Iz prethodnog poglavlja možemo izvesti glavne ciljeve za EPBD u odnosu na metodologije:

Minimum EP zahteva:

- Da omogući da nacionalne ili regionalne vlasti sprovedu putem zakonske prinude minimalan nivo energetske ponašanja novih zgrada i zgrada koje su predmet rekonstrukcije.
- Da omogući da projektanti naprave pravi izbor u energetske planiranju i tehnologijama, pokrivajući najveću energetske uštedu i mere obnovljive energije.
- Da se dobiju rezultati koji dopuštaju poređenje energetske ponašanja zgrada iste funkcije u okviru iste zemlje ili regiona.

2 Ušteda energije u stambenom sektoru. Tehno-ekonomska analiza.

Prema rezultatima numeričko - eksperimentalnih ispitivanja na tipičnim stambenim objektima do šest spratova u Novom Beogradu, koji su prezentirani u radovima [4,5] i cenama izrade glavnih projekata i izvođačkih radova u ovom i narednom periodu izvedena je sledeća tehno-ekonomska analiza potencijanih ušteda energije u domaćinstvima (coste effective saving potential in the building sector, specifically - household).

U oceni integralne energetske efikasnosti demonstracionih gradjevinskih stambenih objekata, odnosno gubitaka i dobitaka energije korišćen je softverski paket DesignBuilder (www.designbuilder.co.uk) [6]. Rezultati su upoređeni sa merenjima stvarne potrošnje energije [7].

Demonstracioni stan koji je izabran za analizu je stan prosečne kvadratne površine od oko 86 m² i predstavlja jednu od više od 1.000.000 sličnih stambenih jedinica u zemlji. Stan trenutno na tržištu košta 86.000 evra i ovakvih, tj. 50% stanovništva živi ili će u narednom periodu živeti u ovakvim stanovima.

Stan je građen po savremenim-važećim srpskim normama i troši manje od 120 kWh po m², ima centralno grejanje i klimatizovan je. Osnovna pretpostavka analize je da se na jedan od predloženih načina 50% stambenih jedinica dovede na prosečan nivo potrošnje od 80 kWh po m² godišnje.

1. Prvi korak koji se može preduzeti je da se u toku projektovanja sprovedu ekspertske analize potrošnje energije za grejanje i hlađenje, kojima bi se postigle uštede od 45%. Analiza pokazuje da se sa sadašnjim cenama komunalija i struje (2007.g) ulaganje u projekat od cca 300 eura po stanu (3.5 eura po m² za projekat termičke trodimenzionalne analize) vraća za 1.25 godinu uz uštedu od 241 euro po godini.

Ovakvih stanova u narednom petogodišnjem periodu je za očekivati da se napravi 1000, čime bi ušteda svake godine dostigla 1.720.000 kWh za grejanje i 220.000 kWh za hlađenje. Ušteda nakon 2012 godine bi iznosila 540 eura po stanu godišnje.

2. Drugi korak koji se može preduzeti je da se u toku izvođenja sanacionih radova izvede zamena starih prozora novima, kojima bi se postigle uštede od 37.5%. Analiza pokazuje da se sa sadašnjim cenama komunalija i struje (2007.g) ulaganje u projekat od cca 3900 eura po stanu (300 eura po prozoru) vraća za 38 godina uz uštedu od 203 eura po godini.

Masovna sanacija stanova ovoga tipa se očekuje tek od 2012 godine, jer kalkulacija sa cenama energenata u neposrednom EU okruženju pokazuje da bi se sa tim cenama komunalija i struje (2012.g) ulaganje u projekat od cca 3900 eura po stanu (300 eura po prozoru) vraća za 8.5 godina uz uštedu od 456 eura po godini. U 10 godina ovaj iznos od 1 godišnje prosečne plate moći će da izdvoje samo 5% od ukupnog broja domaćinstava ili dobila bi se ušteda svake godine od 20.000.000 kWh za grejanje i 7-10.000.000 kWh za hlađenje. Ušteda nakon 2012 godine bi iznosila 456 eura po stanu godišnje.

3. Treći korak koji se može preduzeti je da se za letnji period na sve stanove postave savremeni zastori, kojima bi se postigle uštede od 22%. Analiza pokazuje da se sa sadašnjim cenama komunalija i struje (2007.g) ulaganje u projekat od cca 1170 eura po stanu (90 eura po prozoru) vraća za 39 godina uz uštedu od 29.8 eura po godini.

Masovna sanacija stanova ovoga tipa se očekuje tek od 2012 godine, jer kalkulacija sa cenama energenata u neposrednom EU okruženju pokazuje da bi se sa tim cenama komunalija i struje (2012.g) ulaganje u projekat od cca 1170 eura po stanu vraća za 7.8 godina uz uštedu od 150 eura po godini. U 10 godina ovaj iznos od 1-2 godišnje prosečne plate moći će da izdvoje 10% od ukupnog broja domaćinstava ili dobila bi se ušteda svake godine od 5.000.000 kWh za hlađenje. Ušteda nakon 2012 godine bi iznosila 150 eura ili 50 kWh po stanu godišnje.

4. Četvrti korak koji se može preduzeti je da se u toku izvođenja sanacionih radova izvede sanacija omotača stana spolja, bilo izradom termo maltera (ušteda 17.7%) ili sanacijom silikonskim premazima (ušteda 9%). Analiza pokazuje da se sa sadašnjim cenama komunalija i struje (2007.g) ulaganje u projekat od cca 3100 do 4300 eura po stanu vraća za 44 do 66 godina uz uštedu od 48 do 96 eura po godini.

Masovna sanacija stanova ovoga tipa se očekuje tek od 2012 godine, jer kalkulacija sa cenama energenata u neposrednom EU okruženju pokazuje da bi se sa tim cenama komunalija i struje (2012.g) ulaganje u projekat od cca 3 do 5000 eura po stanu i privatnoj kući vraća za 20 do 30 godina uz uštedu od 100 do 200 eura po godini. U 20 godina ovaj iznos od 1 godišnje prosečne plate moći će da izdvoje i do 20% od ukupnog broja domaćinstava ili dobila bi se ušteda svake godine od 20 do 40.000.000 kWh za grejanje i 14-20.000.000 kWh za hlađenje.

Ušteda nakon 2012 godine bi bila beznačajna po stanu ali bi u kombinaciji sa prethodnim merama sa društvenog stanovišta bila veoma korisna usled nedostatka sve skuplje uvozne energije, kao i značajnog smanjenja emisije štetnih gasova u ovim domaćinstvima koja se dobrim delom greju na klasično gorivo.

3 Zaključak

Shodno Direktivi 2002/91/EC Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) i njenim Članovima 3. i 4. koji respektivno govore o osnovnom okviru za metodologiju proračuna ukupnog energetskeg ponašanja (EP) zgrada i minimalnim EP zahtevima, u radu je prezentirana analiza primene dostupnih i priznatih tehnologija u cilju uštede energije u stambenom sektoru. Istraživanja su izvršena na tipičnim stambenim zgradama u Novom Beogradu, upotrebom numeričke simulacije njihove integralne energetske efikasnosti, kao i merenjima vazdušne propustljivosti, stvarne potrošnje energije i termovizijskim snimanjem. Istraživanja su pokazala da se u fazi projektovanja mogu postići ušede do 45%, u fazi rekonstrukcije do 37.5%, do 22% upotrebom zastora, do 17.7% nanosenjem termo maltera i do 9% silikonskim premazima.

Zahvalnica. Autor se zahvaljuje Nini Kordić Diković na pomoći u izvodjenju finansijskih kalkulacija primenjenih građevinskih mera rekonstrukcija i revitalizacija.

Abstract. The cost effective saving potential in the building sector is presented on the example of the typical residential unit in New Belgrade. The estimate indicates that it is possible to save up to 45% of energy in new buildings, up to 37.5% if the building is reconstructed and revitalized, up to 22% with proper shadings, up to 17.7% with use of thermomortar, and up to 9% by the use of silicon resin applied on existing facade.

4 Literatura

- [1] Mijuca D. Studija evaluacije evropskih postupaka za izračunavanje potrebne i određivanje dozvoljene specifične potrošnje energije za grejanje novih i postojećih stambenih zgrada, Studija, Projekat NPEE 283011, Ministarstvo za nauku Republike Srbije, 2007 (<http://www.matf.bg.ac.yu/~dmijuca/projectNPEE283011/Year1/NPEE283011Year1.htm>)
- [2] Dijk VD, P25-Energy performance calculation procedures for the EPBD (1). Introduction. 06-02-2007. The Netherlands.
- [3] <http://www.buildingsplatform.org/cms/>
- [4] Mijuca D, Gajić D, Jojić I, Kordić Diković N, Primena numeričke simulacije u oceni energetske efikasnosti građevinskih objekata na oglednom objektu u novobeogradskom bloku 34, Elaborat, Projekat NPEE813-197b, Ministarstvo za nauku Republike Srbije, 2006 (<http://www.matf.bg.ac.yu/~dmijuca/projectNPEE813-197b/year2/EE197ReportYear2.htm>)
- [5] Mijuca D, Gajić D, Jojić I, Goran Petrović, Kordić Diković N, Matematičko modeliranje i razvoj metoda i tehnike za dijagnostiku energetske efikasnosti postojećih i novih objekata, Elaborat, Projekat NPEE813-197b, Ministarstvo za nauku Republike Srbije, 2006 <http://www.matf.bg.ac.yu/~dmijuca/projectNPEE813-197b/year3/EE197ReportYear3.htm>
- [6] DesignBuilder, Numerical Simulation of Integral Energetic Efficiency Software Package, www.designbuilder.co.uk

- [7] P.Vasiljević: Rezultati merenja potrošnje energije na objektu u bloku 34, Novi Beograd, Seminar "Energetska efikasnost zgrada", Beograd, 2005. god
- [8] Mesarović M, HVAC&R Technologies and Energy Supplies at the Cross-Roads, 36. Kongres o KGH, Beograd 2005. godine
- [9] Mijuca D, Ziberna A and Medjo B, A new multifield finite element method in steady state heat analysis.. Thermal Science, 2005, Vol. 9(1): pp111-130
- [10] Mijuca D, Vukobrat M and Gajic D. Three-dimensional finite element method in the heat analysis of buildings., "Termotehnika", Vol. 29 (2003), 1-4, 119-134
- [11] Todorovic MS, Analysis of buildings thermal behaviour for energy efficiency of technical, HVAC and sustainable distributed energy generation system.
(http://www.vvplus.nl/vvplus/alg/documents/Thermal_behaviour_TodorovicM.pdf)