RACIONALNO KORIŠĆENJE ENERGIJE U ZGRADAMA – TERCIJARNI SEKTOR

RATIONAL USE OF ENERGY IN BUILDINGS – TERTIARY SECTOR

Mariana Barbuta, dipl. inž., Mircea Ghitulescu, dipl. inž., Pompiliu Budulan, dipl. inž., National Research & Development Institute for Energy – ICEMENERG, Bucharest, Romania

U ovom radu su predstavljena usvojena rešenja za racionalno korišćenje energije u srednjim školama u Bukureštu, Rumunija, kao i predviđena ušteda energije i pitanja ekonomičnosti vezana za njihovu primenu. U tu svrhu analizirana je jedna srednjoškolska zgrada i za nju je utvrđena potrošnja energije. Utvrđene su mere kojima treba smanjiti potrošnju toplotne energije (smanjiti gubitke zbog procepa kroz koji izlazi vazduh) i električne energije (naročito osvetljenje, koje predstavlja najveći deo u strukturi potrošnje energije). Povećani stepen toplotne izolacije zaptivanjem prozora i spoljnih vrata predstavlja veliki potencijal za smanjenje gubitaka toplote.

Održavanje sistema osvetljenja (čišćenje svetiljki i staklenih površina i korišćenje prirodnog svetla u najvećoj mogućoj meri) – merama koje iziskuju male troškove ili ih uopšte ne iziskuju, kao rezultat daju povoljnije finansijske pokazatelje koji doprinose isplativosti projekta.

This article presents the solutions adopted for the RUE in a high-school in Bucharest, Romania, as well as the anticipated energy savings and economic issues related to their implementation. In this respect, a high-school building was analyzed and the main energy consumption of the building was identified. The actions were established to diminish the consumption for both thermal (air leaks losses reduction) and electric (especially lighting, which is the biggest part in the structure of electric consumption) purposes.

The increasing of the thermal insulation degree due to the windows and outer doors' air tightness represents a high improving potential for the reduction of the heat losses. The maintainance of the lighting system (cleaning the lamps and the glazing, using the natural light as much as possible) – so called low costs-no costs measures, lead to more favourable financial indicators that can help a project to be cost-efficient.

Ključne reči: javne zgrade; korišćenje energije; škole; renoviranje; izolacija; energetska efikasnost; snabdevanje toplote; toplotna ugodnost
Key words: public buildings; rational use of energy in schools; rehabilitation; thermal insulation; energy efficiency; heat supply; thermal comfort

Situacija u svetu

Analize vršene u razvijenim zemljama pokazuju sledeću strukturu korišćenja energije u tercijarnom sektoru: na grejanje odlazi 56% ukupne potrošnje energije, na toplu vodu 25%, a na osvetljenje otprilike 12%. Preostalih 7% predstavlja potrošnju energije za ostale namene (kao što su razni aparati za domaćinstvo).

Većina razvijenih zemalja je uvela toplotne standarde za nove zgrade. Neke od zemalja imaju čak i standarde za krupnije renoviranje postojećih zgrada. Zemlje poput Nemačke i Austrije imaju i predviđene podsticaje za renoviranje zgrada, kao što su krediti sa niskom kamatom i smanjenje poreza.

S obzirom da su cene energije pale, mere za promovisanje energetski efikasnih tehnologija nisu više na snazi.

Prilike u Rumuniji

Zaključci prethodnih studija su pokazali da od ukupne potrošnje energije u zgradama 75% predstavlja toplotna energija, od čega se 75% troši za grejanje prostora. Direktna posledica ovog stanja je da omotač zgrade predstavlja glavni potencijalni element u pogledu mogućnosti poboljšanja energetske efikasnosti u zgradama u Rumuniji.

Najlogičniji izvor finansiranja je opštinski budžet. Međutim, svako ko je uključen u politiku na lokalnom nivou zna da to nije realna mogućnost. Ograničeni prihodi od taksi i poreza troše se na neke druge stvari koje imaju veći prioritet od energetske efikasnosti. U tom smislu postoji začarani krug, jer lokalne vlasti plaćaju račune za energiju ali nisu u mogućnosti da finansiraju čak ni jeftinije intervencije čiji je cilj ušteda energije. Taj začarani krug mogu da prekinu oni koji osećaju tu neposrednu vezu između energetske efikasnosti i profitabilnosti – privatno i državno preduzetništvo.

Izuzetno loše stanje zgrada namenjenih obrazovanju (škola i obdaništa) u Rumuniji, naročito na obodima gradova i sela, i dalje ostaje problem za lokalne vlasti. Zagrejana škola predstavlja luksuz. Iz budžeta jedne prosečne škole na potrošnju energije za grejanje odvaja se 20%. S obzirom da većina gradova ne može sebi da priušti nove škole u kojima bi se energija koristila na racionalan način, renoviranje starih škola predstavlja jedino moguće rešenje. Iako su potrebna ogromna sredstva da bi se u školama primenile mere za postizanje energetske efikasnosti, te mere podrazumevaju manje račune za energiju i bolji komfor. Kada se govori o kvalitetu izgradnje, škole u Rumuniji su zgrade koje imaju 2 do 4 sprata i srednji ili nizak nivo komfora. Na žalost, kao što je to slučaj i sa mnogim drugim zgradama namenjenim tercijarnom sektoru, u godinama pre 1985. standardi za toplotnu izolaciju su bili niski, da bi i troškovi izgradnje bili niži, a zbog toga i ugodnost i trajanje. Sa stanovišta potrošnje energije, loša izolacije je jednaka visokoj potrošnji energije bez toplotne ugodnosti.

Ciljevi

Evo kratkog pregleda rezultata energetske kontrole sprovedene u jednoj srednjoj školi i preporuka neophodnih mera za smanjenje potrošnje energije. U tom cilju započete su sledeće aktivnosti:

– izrada upitnika za prikupljanje podataka [1];

– prikupljanje podataka o zgradi (građevinski materija, krovni prozori, zidovi, vrata) [2];

– prikupljanje podataka o periodu grejanja [3];

– prikupljanje podataka o trajanju radnog vremena škole;

– prikupljanje podataka o instalacijama, potrošnji energije i opremi za snabdevanje energijom;

– utvrđivanje mera za poboljšanje energetske efikasnosti omotača zgrade (stepen izolacije komponenata zgrade) i oštećene opreme (zamena ili poboljšanje njenog učinka).

Trenutna situacija

a) Zgrada

Zgrada je državno vlasništvo i namenjena je školskim aktivnostima na nivou srednje škole. U zgradi ima 26 učionica i kancelarija. Radno vreme škole je 12 sati dnevno, 5 dana u nedelji, 38 nedelja u godini, što ukupno iznosi 2280 sati godišnje. Period grejanja je 188 dana u godini. U zgradama nema priključaka za toplu vodu, niti uređaja za klimatizaciju.

b) Opis zgrade

Zgrada je sagrađena 1959. godine i do danas nije renovirana. Ima dva sprata i površinu osnove od 1200 m^2. Glavne tehničke karakteristike zgrade su sledeće:

– visina sprata je 3 m;

– površina koja se greje iznosi 4530 m^2;

– visina zgrade od tla je 10 m;

– prozori čine 25% površine zidova u hodnicima i 50% površine zidova u učionicama;

– okviri prozora su drveni i dvostruko zastakljeni;

– postoje procepi na prozorima i vratima kroz koje prolazi vazduh.

c) Instalacije

1) Toplotna podstanica koja se nalazi u dvorištu škole daje potrebnu toplotnu energiju (za grejanje prostora). Toplana koja snabdeva školu je Bucharest Heating Company – RADET.

Interni sistem za grejanje je standardna instalacija sa vertikalnim člancima i konvektorima od livenog gvožđa. Sistem ima nizak stepen korisnog dejstva, zbog čestih kvarova i, što je još važnije, zbog korišćenja samo jednog dela površine za prenos toplote zbog progresivnog akumuliranja naslaga na unutrašnjoj površini konvektora.

Godišnja potreba za grejanjem iznosi 1000 Gcal/god. [4 i 5].

Sekundarni agens za grejanje se priprema unutar dva razmenjivača toplote sa snopom cevi u cilindru koji imanju manje od polovine nazivne snage. Ne postoji ni sistem regulacije. Pre godinu dana postavljen je jedan merač toplote. Prošle godine je kupljeno 1500 Gcal toplote. Ne postoji sanitarna topla voda.

2) Električna energija se dovodi podzemnim kablovima, od transformatora koji se nalazi u dvorištu škole. Stanje i konfiguracija električnih kola smatraju se zadovoljavajućim, naročito zato što će se renoviranjem potrebe za električnom energijom smanjiti. Stvarna potrošnja električne energije iznosi 40 MWh godišnje, od čega se 80% troši na osvetljenje u zgradi.

3) Sanitarne instalacije su skoro potpuno uništene, voda često kaplje na spojevima, cevima i slavinama, što dovodi do značajnih gubitaka vode, a i do propadanja boje na zidovima, pa čak i konstrukcije zgrade. I sanitarna oprema je u poodmaklom stanju propadanja.

d) Kontrola energije

Rukovodioci srednje škole ne vode mnogo računa o štednji energije. Međutim, prošle godine, kada je postavljen merač toplote, računi su se smanjili za oko polovinu. Pravilno merenje potrošnje energije i njeno beleženje vrlo su važni za tehničko osoblje u zgradi jer ih motiviše da primene mere štednje.

Projektna rešenja koja treba primeniti

Uzimajući u obzir stvarno stanje zgrade, zaključeno je da treba preduzeti niz mera koje treba da reše sledeće probleme:

– smanjenje nekontrolisanog prodora vazduha (eksfiltracija i infiltracija) kroz prozore i ulazna vrata;

– održavanje toplotne podstanice (koja pripada toplani RADET iz Bukurešta);

– periodično čišćenje radijatora, da bi se dobijalo više toplote;

– periodično čišćenje sistema za osvetljenje i staklenih površina, da bi se povećao nivo prirodnog osvetljenja. Dobar projekat osvetljenja podrazumeva smanjenje ukupne potrošnje energije, pa prema tome i smanjenje troškova, a da se pri tome ne remeti doprinos osvetljenja atmosferi u prostorijama škole i procesu učenja;

– modifikovanje školskog programa tako da se koristi što više prirodnog svetla.

Čini se da su ove mere jednostavne ali i da imaju efekta. Ipak, najdelotvornije promene se tiču regulacije potrošnje energije i promene ponašanja.

Finansijska analiza

Finansijska analiza je urađena samo za mere koje treba da poboljšaju energetsku efikasnost zgrade. Što se rekonstrukcije podstanice tiče, ovu meru će primeniti sam vlasnik.

Da bi se odredili operativni troškovi vezani za potrošnju energije, uzete su sledeće cene:

– toplotna energije 25 $/Gcal;

– električna energija 70 $/MWh;

Glavni investicioni troškovi su sledeći:

– V0) zamena postojećih prozora novim, modernim, zaptivenim dvostruko zastakljenim prozorima (na primer termopan);

– VI) popravka i zaptivanje postojećih prozora i održavanje sistema za osvetljenje (čišćenje svetiljki i staklenih površina, da bi se koristilo prirodno svetlo u što većoj meri).

Ušteda energije u svakoj analiziranoj varijanti nakon primene mera za postizanje energetske efikasnosti i indeksi kao što su neto sadašnja vrednost, prost period isplativosti i interna stopa prinosa, prikazani su u tabeli 1.

Za izračunavanje gore navedenih indeksa korišćeni su [6 i 7]:

– samo oni troškovi ulaganja za mere energetske efikasnosti koji su uzeti u obzir;

– ulaganja se vrše u jednakom procentu tokom tri godine;

– popust iznosi 15%.

Tabela 1

Stavka	V0	V1	V11
Godišnja ušteda			
– toplotna energija (Gcal/god.)	313	260,5	260,5
– električna energija (MWh/god.)	–	–	5,97
Prihodi			
– toplota ($/god.)	7 825	6512.5	6 512,5
– električna energija ($/god.)	–		417.9
Visina ulaganja ($)	13 750	16500	16 500
Prost period isplativosti (godine)	17,5	2,53	2,38
Neto sadašnja vrednost	Negativna	15478	18 158
Interna stopa prinosa (%)	–	34,5	38,49

Zaključci

Svrha ovog rada je da utvrdi i analizira mogućnosti racionalnog korišćenja energije u zgradama – tercijarnom sektoru (srednja škola).

U tom smislu je analizirana jedna srednjoškolska zgrada i utvrđena je glavna potrošnja energije u njoj. Utvrđene su mere za smanjenje potrošnje toplotne (smanjenje pukotina kroz koje prolazi vazduh) i električne energije (naročito za osvetljenje koje čini najveći deo potrošnje električne energije).

Poboljšanje toplotne izolacije zaptivanjem prozora i spoljašnjih vrata, predstavlja veliki potencijal smanjenja gubitaka toplote. U tom cilju analizirane su dve varijante:

Varijanta 0 sa prozorima sa staklom termopan, koja predstavlja nepovoljne ekonomske pokazatelje (prost period isplativosti – 17,5 godina i neto sadašanja vrednost – negativna). U pogledu ovih nepovoljnih ekonomskih pokazatelja urađena je analiza osetljivosti sa kupovnom cenom toplote kao parametrom, te je utvrđena kupovna cena toplote koja pod ovim pretpostavkama osigurava povraćaj ulaganja (neto sadašnja vrednost proračunata u okviru perioda studije ima vrednost 0.

Rezultat je da u sadašnjim ekonomskim uslovima – visoke cene materijala i tehnologija, a relativno niske cene energije – ulaganje koje omogućuje 21% smanjenja potrebne toplote za zgradu daje povoljne finansijske efekte, ukoliko bi toplota imala četiri puta veću cenu od postojeće.

Varijanta V1 – Popravka i zaptivanje postojećih prozora mogu da smanje gubitak toplote kroz pukotine kroz koje izlazi vazduh za 50%, u slučaju dobrog zaptivanja. Ekonomski pokazatelji za ovu intervenciju su sledeći:

Troškovi ulaganja ($)	16 500
Prost period isplativosti (godine)	2,53
Neto sadašnja vrednost	15 478
Interna stopa povraćaja (%)	34,5

Varijanta V11, kao podvarijanta prethodne, ukoliko se posebna pažnja usmeri na intervencije čiji je cilj smanjene električne energije – naročito za osvetljenje, takozvane mere čiji su troškovi mali ili nikakvi, povoljnije vrednosti PPI i NSV preporučuju da se ovoj intervenciji pristupi odmah.

Ekonomski pokazatelji ove intervencije su sledeći:

Troškovi ulaganja ($)	16 500
Prost period isplativosti (godine)	2,38
Neto sadašnja vrednost	18 158
Interna stopa povraćaja (%)	38,49

Zbog svojih povoljnih pokazatelja, za primenu se preporučuje varijanta V11.

Kao što je ranije pomenuto, tehnološke mere nisu uvek najefikasnija rešenja za probleme u vezi sa energijom. Prilikom renoviranja zgrade, ne bi trebalo zanemariti ni promenu ponašanja ljudi odnosno razvijanje njihove svesti o korišćenju energije.

Literatura

[1] **Thumann, A.:** *Handbook of Energy Audits*, The Fairmont Press, Inc. USA, 1983.

[2] ***: Law 10–95 – Construction quality.

[3] ***: STAS 1907/2–97 – Heating Installations. The necessary calculated heat amount. Interior conventional calculation temperatures.

[4] ***: STAS 1907/1–97 – Heating Installations. The necessary calculated heat amount. Calculation prescription.

[5] **Petrescu, A. and others:** *District heating installation within the building complex,* Technical Publishing House, Bucharest, 1972.

[6] **Turner, W. C.:** *Energy Management Handbook*, 1992.

[7] ***: *The Financial Evaluation of the Energy Efficiency Projects*, CE–Phare, 1996.