

***FENSTER AS***  
***ŠABAC***

***INFORMACIJA O POTENCIJALNO  
OSTVARENIM UŠTEDAMA ENERGIJE –  
POSLE ZAMENE PROZORA U ŠKOLI***

*U vreme niskih cena energije, pre tzv. energetske krize, u globalnim i eksploatacionim troškovima građevinskih objekata nije se isticala neophodnost gradnje sa naglašenom konzervacijom energije. Danas je drugačije, pa se u ovoj informaciji tretira ušteda energije za grejanje u školama poboljšanjem kvaliteta prozora i vrata na fasadama. To poboljšanje se posebno postiže korištenjem prozorskih konstrukcija od tvrdog PVC-a i modernom tehnologijom njihove ugradnje, dobijanjem manje vrednosti koeficijenta prolaza toplote i posebno boljim kvalitetom zaptivanja i manjim uticajem infiltracije.*

Takozvana svetska energetska kriza, tj. nestašica i pre svega ogromno povećanje cene energije, izazvalo je i izaziva sve akutniju potrebu za rebalansom kvaliteta objekata u odnosu na njihovo koštanje. Jednostavno rečeno: ranije se mogao graditi objekat sa lošijom zaštitom od gubitaka energije, jer je to bilo u globalu (uzimajući u račun i eksploataciju i utrošak energije za izradu materijala i objekta) jeftinije nego trošiti novac za bolji kvalitet termičke zaštite i termičkih postrojenja zgrade.

Danas se moramo oštro prekalkulisati, pri čemu dolazi do nepobitnog zaključka da se ne isplati štedeti na kvalitetu objekta, jer je u globalu preskupo i to baš u pogledu utroška energije. Ako tome dodamo činjenicu da mi uvozimo oko 40 % energije, onda štednja kroz gradnju objekata boljeg kvaliteta dobija dodatni i verovatno ne manji značaj.

Pokušaćemo analizirati kakvu ulogu u proceni štednje ima fasadna stolarija, jer nije opasno kada ne znamo, ali je vrlo opasno kada je to što znamo već postalo pogrešno.

Po naređenju Vlade Savezne Republike Nemačke, u vreme kada je energetska kriza postala aktuelna, sprovedena je prva tzv. "energetska anketa" koja je dala sledeći rezultat: 40 % celokupne količine utrošene energije je otišlo na potrebe stanova i javnih objekata, pri tom je stepen iskorištenja bio jedva oko 45 %. Četrdeset procenata svih energetskih izvora je potrošila industrija, a oko 17 % saobraćaj. Pomenutih 40 % energije u ličnoj i opštoj potrošnji obuhvata grejanje, kuvanje i pripremu tople vode (danas raste i utrošak za hlađenje). Na osnovu tih analiza Vlada je došla do saznanja da se potrošnja energije, iz perspektive i zahteva privrede, mora osetno smanjiti, baš u sektoru građevinarstva, odnosno eksploataciji stanova i javnih zgrada. Tako je došlo do niza mera koje su imale odjeka u celom svetu, pa i kod nas. Već prvi dodatni list DIN 4108 iz decembra 1975. zahteva sniženje utroška energije za grejanje stanova za 30 %. Sledilo je postepeno zaoštavanje propisa i izdavanje niza uputstava, kao i investiranje u naučno istraživanje, a još više u građevinske zahvate, u cilju štednje energije.

U početku su kod nas u građevinarstvu olako primali uzbune u sektoru energetike. Smatralo se da ovako veliki procenat od 40 % u ukupnoj potrošnji energije, koji je evidentiran u svim razvijenim evropskim zemljama, kod nas ne postoji. Ubrzo se pokazalo da ima osnova da se i kod nas ovom problemu ozbiljno pristupi.

Utvrđeno je da je struktura potrošnje slična onoj u razvijenim evropskim zemljama i da imamo i više razloga da budemo štedljiviji u potrošnji.

Toplotni gubici u zgradama u velikoj meri zavise od oblika i gabarita objekta. U porodičnim zgradama gubitak toplote kroz prozore iznosi 33 % (20 % su gubici transmisijom i 13 % usled infiltracije). Drugi po veličini gubici su kroz spoljne zidove (25 %) i zatim kroz tavanice (22 %). Na podove se odnosi 20 %.

Naročito su veliki gubici energije kroz prozore u javnim objektima (škole, obdaništa i bolnice), gde gubici iznose i do 60 % zbog izrazito loše zaptivenosti.

Sasvim je drugačiji raspored gubitaka u visokim zgradama. Kod zgrada sa deset spratova gubici kroz prozore iznose 47 %, – dakle gotovo polovinu gubitaka cele zgrade, a kroz zidove oko 40 %. Gubici kroz tavanice su samo 7 %, a skoro isto toliko iznose i gubici kroz pod (6 %).

U Novom Beogradu je u periodu 1977 – 1979. godine predato na upotrebu samo na jednom gradilištu oko 2 500 stanova za koje je komisija utvrdila da bi se istom količinom energije mogao zagrejati dupli broj stanova, samo da su građeni po kriterijumima toplotne zaštite koji su tada važili u Evropi. Pri tome je za "toplotne gubitke", u jednakoj meri "kriv" urbanistički gabarit objekata, kao i način ugrađivanja prozora i kvalitet fasada.

Poznato je da je novoprodukcija stolarija uvek "dobra", ali i da vremenom dolazi do deformacija i vitoperenja kao i formiranja zazora između krila i rama drvenih prozora i da je kvalitet ugrađene stolarije u našoj sredini nezadovoljavajući.

U okviru mera za pripremu sanacije jednog stambenog naselja u SR Nemačkoj, raspisan je prvo konkurs, pod nazivom TERMA, a kasnije je izvedeno i demonstraciono građenje, odnosno sanacija niza izabranih objekata. Zanimljivo je da su u pogledu ocenjivanja pogodnosti podnesenih projekata i sistema, urbanistički kvaliteti vrednovani samo sa 50 % poena (kod nas još uvek 100 % poena), a ostala vrednost otpada na koštanje naselja (25 %) i na detalje koji garantuju uštedu energije i trajnost (25 %).

Analizirajući, pre svega, konkurs i izradu TERMA, vidi se da je najveća pažnja posvećena stolariji, 60 % dokumentacije tih elaborata se bavi sanacijom ili zamenom prozora, na drugom mestu je termičko pojačanje fasada itd. U svim razgovorima prilikom ogleda ili debata sa autorima takvih objekata istaknuto je da je najveća pažnja, a i teškoća, bila vezana za rešenje stolarije, a ne za fasadne konstrukcije.

Činjenica je da se savremena stolarija, namenjena štednji energije (a i zvučnoj zaštiti), ne može ostvariti bez poklanjanja značajne pažnje zaptivanju prostora između krila i rama i da se ključ problema traži i nalazi u smanjivanju transmisionih i infiltracionih gubitaka ugradnjom novih termoizolacionih stakala i boljim tehnologijama ugradnje.

Pod "rangom problema" obično se podrazumevaju dva pokazatelja – prvi kaže koliko energije obuhvata problem koji tretiramo (u našem slučaju gubici kroz stolariju), a drugi pokazatelj kaže kolika bi bila ušteda ako bi se postupilo na određeni način. Na osnovu iznesenih podataka može se zaključiti da potrebe za energijom za grejanje, prouzrokovane gubicima kroz stolariju, iznose oko 12 % celokupne energije zemlje. To je veličina koja ukazuje da se problematici kvaliteta stolarije i adekvatnoj ugradnji zaista mora pristupiti sa većom pažnjom.

Maksimalna računaska specifična potreba za toplotom je u SR Nemačkoj 1970. godine spuštena sa 210 W/m<sup>2</sup> na 116 W/m<sup>2</sup>, dok ona danas iznosi 40 W/m<sup>2</sup>.

Računato je 1980. godine da bi građenje stanova prema nemačkim propisima u bivšoj Jugoslaviji (za predviđeni obim stambene izgradnje) dalo uštedu jednaku energiji koju bi proizvela tri nova Đerdapa. Povećanje troškova za takvu gradnju bi dostiglo svega 5 % od koštanja tih hipotetičkih elektrana.

Svakako da ne treba samo "unapređivati stolariju" pa da se odmah ostvare uštede u energiji. Stolarija je važan, ali samo jedan od faktora koji uslovljavaju uštedu energije. Odražava se i na "zdravo" stanovanje jer treba znati i to da uslovi zdravog života (pre svega leti) skoro automatski stvaraju objekte sa dobrom zimskom izolacijom i željenim uštedama u toploti. DIN propisuje za zgrade za stanovanje broj izmena vazduha na sat od 0,5 do 1, dok JUS propisuje dozvoljeni broj izmena  $\leq 2$ .

Ne postoji standard koji analizira broj izmena vazduha na sat za škole i obdaništa. Za ovu problematiku se može usvojiti "obrok" vazduha po učeniku od 20 m<sup>3</sup>/h na osnovu podataka iz klimatizacije prostorija u kojima boravi veći broj ljudi. Broj izmena vazduha na sat na školama u kojima su vršena merenja sa starim prozorima prelazi i preko 15 i/h. Taj podatak automatski pokazuje da se kroz prozore gubi izuzetno veliki deo energije.

Sa ovakvim (starim) prozorima je bilo teško ostvariti optimalne uslove u prostoru (temperatura od 20 ° C). Veći deo vremena pri nižim spoljnim temperaturama učenici su morali pratiti nastavu sedeći u kaputima, a znatno niže temperature od projektovanih prouzrokovale su prehlade učenika.

Tek u sprezi usklađivanja kvaliteta proizvedene i ugrađene stolarije, sa kvalitetnom konstrukcijom zgrade, možemo ostvariti uštedu energije.

Obilazeći svetska gradilišta, može se videti dosta praktičnih rezultata štednje. Sve više se koristi stolarija od tvrdog PVC-a u odnosu na drvenu i aluminijumsku. Plastični prozori u potpunosti odgovaraju modernoj arhitekturi urbanih sredina, klasičnim stilovima, individualnoj gradnji i adaptaciji starih zgrada sa mogućnošću izrade nestandardnih oblika i dimenzija. Kao materijal za plastične prozore koristi se modifikovani PVC (tvrdi PVC) sa posebnim dodacima koji mu daju odličnu otpornost na atmosferske uticaje.

Fasadna plastična stolarija ima uočljive prednosti u odnosu na drvenu i aluminijumsku stolariju, kao što su: veća trajnost, bolja funkcionalnost, bolja toplotna i zvučna izolacija, manja propustljivost vazduha i vode, otpornost na hemikalije, uklapanje prozora u sve materijale fasada, jednostavna i funkcionalna ugradnja, lako održavanje, a i nema potrebe za bojenjem kao kod drvene stolarije.

Proizvodnja prozora od tvrdog PVC-a daje svoj doprinos ekologiji jer se smanjuju produkti sagorevanja (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), a i zaštićeno je drvo iz dragocenih šuma.

***Prozori sa navedenim osobinama napravljeni od PVC profila proizvode se u našoj fabrici Fenster As u Šapcu.***

## OSNOVNI PODACI O ŠKOLI U KOJOJ TREBA ZAMENITI FASADNE PROZORE

BROJ PROZORA = 43

ŠIRINA PROZORA = 3 m

VISINA PROZORA = 2,2 m

POVRŠINA PROZORA =  $3 \times 2,2 = 6,6 \text{ m}^2$

UKUPNA POVRŠINA PROZORA =  $43 \cdot 6,6 = 283,8 \text{ m}^2$

U ŠKOLI POSTOJI 14 UČIONICA I JEDAN KABINET NA KOJIM TREBA ZAMENITI FASADNE PROZORE.

ŠIRINA UČIONICE = 6 m

DUŽINA UČIONICE = 10 m

POVRŠINA UČIONICE =  $6 \cdot 10 = 60 \text{ m}^2$

UKUPNA POVRŠINA UČIONICA =  $14 \cdot 60 = 840 \text{ m}^2$

POVRŠINA KABINETA =  $20 \text{ m}^2$

POVRŠINA UČIONICA + POVRŠINA KABINETA =  $840 + 20 = 860 \text{ m}^2$

VISINA UČIONICA I KABINETA =  $H = 3,2 \text{ m}$

ZAPREMINA ( $V = A \cdot H$ ) =  $860 \cdot 3,2 = 2752 \text{ m}^3$

ODNOS POVRŠINE PROZORA I POVRŠINE UČIONICA =  $\frac{283,8}{860} = 0,33 = \frac{1}{3}$

Može se konstatovati da je ugrađena relativno velika površina prozora u poređenju sa drugim školama.

Prilikom merenja broja izmena vazduha na sat u najvećem broju škola utvrđeno je sledeće:

- broj izmena vazduha sa starom stolarijom ( $n > 15 \text{ i/h}$ )
- broj izmena vazduha sa novougrađenom stolarijom – materijal za ram – tvrdi PVC ( $n = 1,1 \text{ i/h}$ )

Dozvoljeni broj izmena vazduha za zgrade za stanovanje iznosi  $n \leq 2 \text{ i/h}$ .

Ne postoji standard za škole i obdaništa, pa ćemo poći od pretpostavke da je potreban "obrok" vazduha po učeniku  $20 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Potreban protok vazduha za 40 učenika iznosi:

$$V_1 = 35 \times 20 = 700 \text{ m}^3/\text{h}$$

Učionica u kojoj je vršeno merenje ima sledeće dimenzije:

Ukupna neto površina prostorije:  $P = 60 \text{ m}^2$

Visina prostorije:  $H = 3,2 \text{ m}$

Efektivna zapremina:  $V = 192 \text{ m}^3$

Za ovu prostoriju treba obezbediti sledeći broj izmena vazduha:

$$n = \frac{700}{192} = 3,64 \text{ i/h}$$

Ukupan broj dana grejanja za Novi Sad u zgradama za stanovanje iznosi 180 dana. Broj dana grejanja u školama je znatno manji zbog zimskog raspusta koji iznosi 15 dana, kao i neradnih dana (subota i nedelja) što iznosi 40 dana. Tako ukupan broj neradnih dana u sezoni grejanja iznosi 125 dana.

Praktično računamo sa 125 dana grejanja i 13 sati grejanja u toku dana (6 do 19 sati).  
Temperatura vazduha u prostoriji + 18 ° C.

Prosečna spoljna temperatura za grad Novi Sad u periodu grejanja iznosi + 4,6 ° C.

Prosečna temperaturna razlika ( $t_u - t_s = 18 - 4,6 = 13,4$  ° C), gde je :

–  $t_u$  – unutrašnja temperatura vazduha = 18 ° C

–  $t_s$  – spoljna temperatura vazduha = 4,6 ° C

$$\Delta t = t_u - t_s = 18 - 4,6 = 13,4 \text{ ° C}$$

Ušteda energije na osnovu smanjenih infiltracionih gubitaka energije iznosi:

$$Q = (n_1 - n_2) \cdot V \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta t \cdot \tau_1 \cdot n_3$$

gde je:

$Q$  [kWh] – (količina uštede energije u sezoni grejanja)

$n_1 = 9$  i/h – (prosečan broj izmena vazduha)

$n_2 = 3,64$  i/h a – (potreban broj izmena vazduha)

$\rho = 1,2$  kg/m<sup>3</sup> – (gustina vazduha)

$V = 2\,752$  m<sup>3</sup> – (zapremina učionica i kabineta)

$C_p = 1$  kJ/kgK (specifični toplotni kapacitet pri stalnom pritisku)

$\Delta t = t_u - t_s = 18 - 4,6 = 13,4$  ° C (temperaturna razlika unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha)

$\tau_1 = 13$  h – (broj sati grejanja u toku dana)

$n_3 = 125$  – (broj dana grejanja)

$$Q = (9 - 3,64) \cdot \frac{2752}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 13,4 \cdot 13 \cdot 125$$

$$Q = 107\,065 \text{ kWh}$$

$H_d = 10$  kWh/kg (donja toplotna moć tečnog goriva)

$$m = \frac{107\,065}{10,5} = 10\,196 \text{ kg tečnog goriva}$$

Ušteda po jedinici površine škole sa aspekta smanjenih infiltracionih gubitaka:

$$\frac{Q}{P} = \frac{107\,065}{860} = 124 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ površine škole}} \text{ ili } 12 \text{ kg } \frac{\text{tečnog goriva}}{\text{m}^2 \text{ površine škole}}$$

Ušteda sa aspekta smanjenih gubitaka energije provođenjem

$$Q = (k_1 - k_2) \cdot A \cdot \Delta t \cdot \tau_1 \cdot n_3$$

$Q$  [kWh] – količina uštedene energije na osnovu smanjenih konduktivnih gubitaka energije

$$k_1 = 4,0 \left[ \frac{W}{\text{m}^2 K} \right] \text{ – koeficijent prolaza toplote stare stolarije}$$

$$k_2 = 1,4 \left[ \frac{W}{\text{m}^2 K} \right] \text{ – koeficijent prolaza toplote nove stolarije}$$

$$\begin{aligned}
A &= 283,8 \text{ m}^2 - \text{površina stolarije} \\
\Delta t &= t_u - t_s = 18 - 4,6 = 13,4 \text{ } ^\circ\text{C} \\
t_u &= 18 \text{ } ^\circ\text{C} - \text{unutrašnja temperatura vazduha} \\
t_s &= 4,6 \text{ } ^\circ\text{C} - \text{spoljna temperatura vazduha} \\
\tau_l &= 13 \text{ h} - \text{broj sati grejanja} \\
n_3 &= 125 - \text{broj dana grejanja} \\
H_d &= 10,5 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \text{ (donja toplotna moć tečnog goriva)} \\
Q &= (4 - 1,4) \cdot 283,8 \cdot 13,4 \cdot 13 \cdot 125
\end{aligned}$$

$$Q = 16\,067 \text{ kWh}$$

$$m = \frac{16\,067}{10,5} = 1\,530 \text{ kg tečnog goriva}$$

Ukupna ušteda usled smanjenih infiltracionih i konduktivnih gubitaka energije iznosi

$$Q' = 107\,065 + 16\,067 = 123\,132 \text{ kWh ili}$$

$$m' = \frac{123\,132}{10,5} = 11\,726 \text{ kg tečnog goriva}$$

$$\text{ako je stepen iskorištenja kotla } \eta = 0,9; \quad m'' = \frac{11\,726}{0,9} = 13\,028 \text{ kg tečnog goriva}$$

## ANALIZA OTPLATIVOSTI INVESTICIJE

$$\text{UKUPNA CENA STOLARIJE} = B' \cdot X$$

$$X = 105 \text{ €/m}^2 \text{ (cena stolarije po m}^2\text{)}$$

Pretpostavljena cena goriva 0,6 €/kg.

Ukupno uštedena sredstva na osnovu smanjene potrošnje goriva iznose:

$$C = m' \cdot 0,6 = 13\,028 \cdot 0,6 = 7\,816,8 \text{ €}$$

$$\text{Ukupna cena stolarije} = 283,8 \cdot 105 = 29\,799 \text{ €}$$

## OTPLATIVOST INVESTICIJE

$$\frac{\text{CENA STOLARIJE}}{\text{USTEDENA SREDSTVA}} = \frac{29\,799}{7\,816,8} = 3,8 \text{ godina}$$

Otplativost investicije je 3,8 godine. Jednostavnom računicom dolazimo do zaključka da za 10 godina u ovoj školi možemo uštedeti oko 130 tona tečnog goriva.

Potrošnja energije sa starim prozorima uzimajući u obzir infiltraciju i kondukciju iznosi:

$$Q^1 = 179\,773 \text{ kWh - infiltracija}$$

$$Q^2 = 24\,718 \text{ kWh}$$

$$Q^3 = Q^1 + Q^2 = 179\,773 + 24\,718 = 204\,491 \text{ kWh}$$

Ukupna ušteda

$$Q' = 123\,132 \text{ kWh}$$

$$\frac{Q'}{Q^3} = \frac{123\,132}{204\,491} = 0,6 \text{ ili } 60 \%$$

Godišnje se zamenom prozora uštedi oko 60 % u poređenju sa starim.

Sigurno da ovakvu analizu treba uraditi za širu teritoriju, a zatim uraditi analizu gubitaka energije u javnim objektima, posebno u školama, obdaništima i bolnicama.

Porast "gladi" za energijom sobom donosi sve veće i veće opterećenje atmosfere Zemlje – ljudskog okruženja – kao i sve brže iscrpljivanje postojećih zaliha fosilnih goriva. S tim u vezi, neophodna je promena našeg stava. Emisija CO<sub>2</sub> mora se u sledećih 50 godina smanjiti na 1/7 današnje vrednosti, ako se žele izbeći bitne promene klime, ili čak klimatske katastrofe.

Regenerativne energije sa svojim nepostojećim ili sa vrlo niskim opterećenjem okoline moraju biti podržavane, iako su njihove mogućnosti (izuzev hidroenergije) u pokrivanju ukupnih energetskih bilansa još uvek skromne.

Zbog toga je neophodno ići na aktiviranje radova u građevinarstvu. Naime, približno 50 % potrošnje primarne energije otpada na zagrevanje stambenih i javnih objekata. Pokretanje ovih aktivnosti posebno će biti uspešno ako se stanovništvo pokrene odgovarajućim stimulansima da postojeći stambeni fond rekonstruiše – revitalizira, kako bi se uveli efikasniji sistemi grejanja i toplotne zaštite.