

očuvanju životne sredine. To su upravo i osnovni razlozi zašto se recikliranje (rerafinacija) korišćenih ulja zadnje decenije poklanja posebna pažnja.

V. Literatura

- [1] Slobodan M. Sokolović "Tehnologija proizvodnje i primena tečnih maziva" TMF Novi Sad, 1998.
- [2] T. Botić, P. Dugić, M. Petković, Z. Petrović "Ispitivanje mogućnosti hidrorafinacije korištenog motornog ulja uz upotrebu NiO-MoO₃/Al₂O₃ katalizatora" Soko Banja, 2007.
- [3] K. Petrović, M. Oršić i V. Štemberger "Prilog ispitivanju uticajnih faktora na oksidacionu stabilnost industrijskih ulja", stručni rad, 1982.
- [4] M. Petković, V. Petković, P. Dugić, M. Maksimović, "Regeneracija korišćenog turbinskog ulja sa domaćim adsorbensom", Savjetovanje energetičara, Energetika 2007. Zlatibor.
- [5] R. Tešanović, Neutralizacija i reciklaža zaauljene filtracione pogače, ELECTRA III Herceg Novi, 2004.
- [6] ASTM D 943
- [7] ASTM D 2619
- [8] ASTM D 665
- [9] YUNG 2003/ISO8068

M. Đurović Petrović, Ministarstvo nauke
D. Šumarac, R. Mandić, S. Čorić,
A. Šarkić, N. Kordić Diković, Građevinski fakultet
N. Trišović, Mašinski fakultet
D. Ivanišević, Institut IMS, Beograd

UDC: 697.12.05 : 692.4].003

Moguće uštede primenom energetski efikasnih građevinskih materijala za omotače potkrovlja

Rezime

Zbog nedostatka stanova, zahvaljujući zakonskim rešenjima koja su to omogućavala, mnogi podstanari su svoje stambeno pitanje rešavali adaptacijom tavanjskih prostora, ili nadziđivanjem postojećih zgrada. Nadziđivanja od jednog nivoa najčešće su rađena od drvenih konstrukcija sa minimalnom termičkom izolacijom, najčešće sa jednim slojem od 5 cm mineralne vune i opšivena limom. Slična je situacija i sa adaptiranim stambenim jedinicama u samim krovovima. Takva potkrovlja su prave energetske rupe i najveći potrošači energije. U radu se upoređuju dva tipična potkrovlja na jednoj istoj lokaciji, jedno urađeno savremeno u 2006. godini, sa zadovoljavajućom termičkom zaštitom zidova i savremenim PVC prozorima i drugo urađeno 80 tih godina sa velikim termičkim gubicima. Rezultati su takođe potvrđeni i snimcima dobijenim termovizijskom kamerom.

Abstract

Because of lack of cheap apartments and because of law solutions, a lot of people adopted attics to solve residential needs. Attics made above flat roofs are built from light wooden structure with minimal thermal isolation, usually with one layer of 5 cm of mineral wool and protected by metal sheet. Similar situation is with attics adopted in the roofs itself. Those attics are energetic wholes and objects with largest energy losses. In the paper two attics are compared. One, reconstructed in 2006. with satisfactory thermal protection and excellent PVC windows and the second, old one, built in the eighties with a large thermal losses. Results were approved using thermo-vision camera.

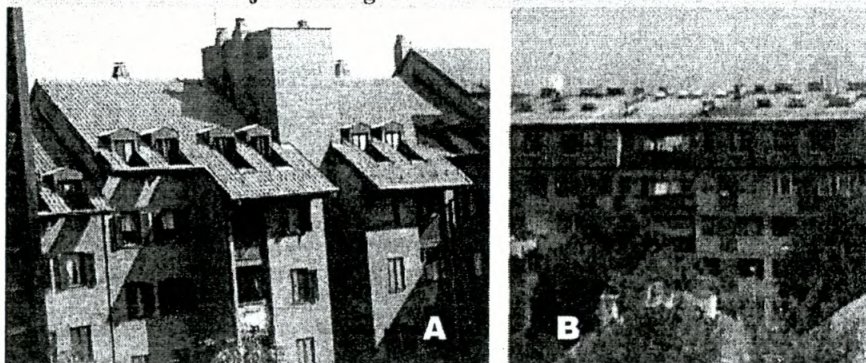
Key words: attic, measurement, temperature, energy losses.

1. Uvod

U Srbiji se najčešće u samom tavanjskom prostoru adaptiraju stambene jedinice sa ugrađenim krovnim prozorima tzv. krovnim

badžama (slika 1a) koje se izrađuju da bi se izbegli prozori u krovnoj ravni ili nadziđivanjem, najčešće ravnih krovova (slika 1b). Sva potkrovlja su rađena od lakih materijala, drvene konstrukcije

Slika 1 Tipična potkrovlja: a) sa krovnim badžama, b) dobijena nadziđivanjem ravnog krova



opšivene limom, i sa jednim slojem mineralne vune, debljine 5cm.

U ovom radu su prikazane moguće uštede energije primenom bolje termoizolacionog omotača potkrovlja upoređivanje podataka dobijenim merenjima na demonstracionom objektu sa propisanim uslovima, kao i analiza njihovog uticaja na energetske efikasnost objekta. Predviđeno je dobijanje rezultata u smislu:

- uticaja ugradnje neadekvatnih prozora i vrata na povećanje toplotnih (linijskih gubitaka);
- uticaja loše izvedenih termoizolacionih radova i primenjene vrste termoizolacije na smanjivanje energetske efikasnosti objekta, sa posebnim naglaskom na potkrovlja;
- uticaja grubih i sistemskih grešaka pri izvođenju radova na potrošnju toplotne energije u stanju eksploatacije stambenih objekata odnosno potkrovlja;
- upoređivanje propisanih i izvedenih mera za smanjivanje toplotnih gubitaka, kao mogućnosti njihovog korigovanja na već izvedenim objektima;
- revizije zakonske i tehničke regulative u cilju projektovanja i izgradnje novih energetske efikasnih građevinskih objekata kao i rekonstrukcija postojećih.

2. Merenja

Izvršena su uporedna merenja na objektu na mestima gde je izvršeno poboljšanje termičke zaštite (zamena prozora i zaptivanje na mestima gde je ispoljeno prodavanje) i na mestima gde nije izvršeno poboljšanje, u periodu od jedne meteorološke godine. Prvo potkrovlje je bez adekvatne termičke zaštite, a drugo je rekonstruisano po svim standardima energetske efikasnosti objekata.

Staro potkrovlje je rađeno 1987.g. Na njemu nisu vršene nikakve rekonstrukcije. Stan na kojem je izvršeno ispitivanje je duži niz godina u eksploataciji. Zbog nemogućnosti kvalitetnog zaptivanja svih ventilacionih i ostalih otvora koji negativno utiču na merenje, ispitivanjem nije obuhvaćen ceo stan već samo spavaća soba. Prozori su drveni sa dvostrukim staklom, a ugrađeni su u badže. Drveni okviri su u dosta lošem stanju. Krovne badže su izrađene od drvene konstrukcije sa slojem ter papira spolja i unutra i jednostrukim slojem mineralne vune od 5cm (slika 2). Daske koje su se nalazile prema unutrašnjosti stana su se rasušile sa velikim prorezima između njih što je davalo velike ventilacione gubitke. Sa

spoljšnje strane badža bio je lim dosta dobrog kvaliteta. Građevinska stolarija je sa drvenim okvirom, sa termoizolacionim staklom. Stolarija je sa spoljašnjim drvenim žaluzinama. Proizvođač stolarije je nepoznat. U sobi se nalaze dva prozora i oba su ugrađena u "badže". "Badže" su spolja opšivene limom, a iznutra drvenom lamperijom.

Površina sobe: $P = 12,55 \text{ m}^2$, visina prostorije: $H = 2,59 \text{ m}$, efektivna zapremina: $V = 32,50 \text{ m}^3$.

Priprema ispitivanja u skladu sa JUS U.J5.100 (1983).

Datum ispitivanja: 2005-09-30
početak ispitivanja: 12:00 h
završetak ispitivanja: 13:30 h.

Srednji (period merenje) meteorološki podaci (u 12:00 h): temperatura vazduha: 16 oC, relativna vlažnost vazduha: 55 %, vetar: JZ, 1 m/s, vazdušni pritisak: 998 mbar.

Rekonstrukcija badža obuhvatila je postavljanje sa spoljašnje strane stiropora od 5cm i vodootpornog maltera (slika 3). Sa unutrašnje strane postavljen je sloj od 2 cm stiropora, a preko njega umesto lamperije su gips kartoni. U sobi se nalaze dva prozora i oba su ugrađena u "badže". "Badže" su rekonstruisane. Sa spoljašnje strane lim je zaštićen stiroporom i vodootpornim malterom, a iznutra je drvena lamperija zamenjena gips-kartonskim pločama. Građevinska stolarija je sa okvirom od PVC petokomornih profila, sa dvostrukim termoizolacionim staklom. Stolarija je bez roletni. Proizvođač stolarije AWS – Beograd, a proizvođač profila je poznata nemačka firma KBE.

Površina sobe: $P = 12,55 \text{ m}^2$, visina prostorije: $H = 2,59 \text{ m}$, efektivna zapremina: $V = 32,50 \text{ m}^3$.

Priprema ispitivanja u skladu sa JUS U.J5.100 (1983).

Datum ispitivanja: 2004-04-27
početak ispitivanja: 11:00 h
završetak ispitivanja: 11:30 h.

Srednji (period merenja) meteorološki podaci (u 12:00 h):
temperatura vazduha: 21 °C
relativna vlažnost vazduha: 48 %
vetar: I, 1 m/s
vazdušni pritisak: 996 mbar.

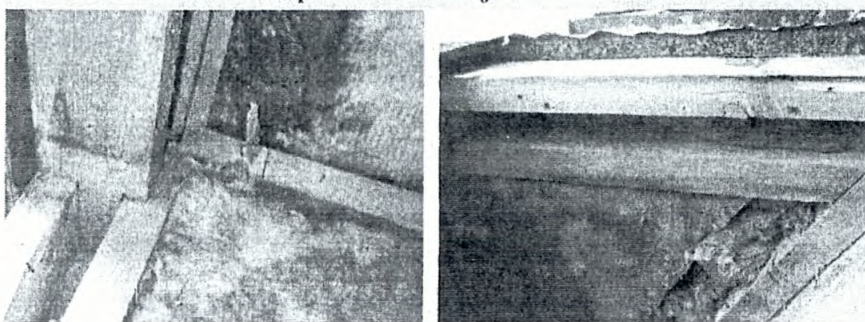
Ovaj put nisu vršena nikakva dodatna zaptivanja "badža" i prozora tako da su merenjem obuhvaćeni ukupni ventilacioni gubici (ventilacioni gubici na prozorima, kao i eventualni ventilacioni gubici na "badžama" koji su pre rekonstrukcije bili dominantni).

2.1 Rezultati merenja ventilacionih gubitaka

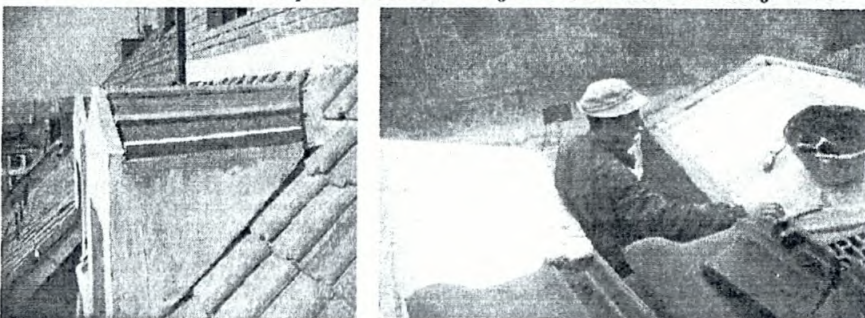
Merenja i analiza rezultata vršeni su na osnovu JUS U.J5.100 (1983) - Toplotna tehnika u visokogradnji - VAZDUŠNA PROPUSTLJIVOST STANA; Korekcija s obzirom na uticaj temperature je u skladu sa LAB 08-2-08-05 i LZ 254.

Merena je zapremina izvučenog vazduha iz prostorija pri podpritisku od 50 Pa, u toku 5 minuta. Izvršena su po tri merenja u svakom potkrovlju. Pritisak je kontrolisan u prostorijama i izvan njih. Kontrolisana je srednja temperatura. Broj izmena vazduha u prostorijama dobijen je kao količnik zapremine izvučenog vazduha iz prostorije i efektivne zapremine

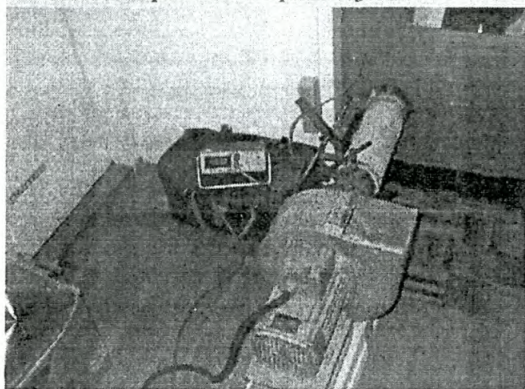
Slika 2 Krovne badže pre rekonstrukcije



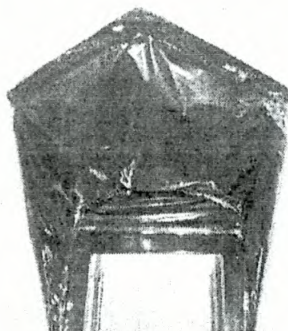
Slika 3 Krovne badže posle rekonstrukcije i u toku rekonstrukcije



Slika 4 Oprema za ispitivanje



Slika 5 Oblaganje PVC folijom lamperije



Uočava se da su toplotni gubici usled razmene vazduha značajni, kada se uporede sa 100 kWh/m²a, što predstavlja karakterističnu vrednost ukupnih specifičnih toplotnih gubitaka. Smanjivanjem broja izmena vazduha sa (5-6) 1/h na vrednost koju dozvoljava standard od 2 1/h, mogla bi da se postigne velika ušteda energije.

2.2 Rezultati merenja termovizijskom kamerom

Snimanje je izvršeno po sunčanom prohladnom danu u jutarnjim satima, 14.04.2006. kada su Beogradske elektrane još uvek isporučivale toplonu energiju, tako da se temperaturne razlike spoljne i unutrašnje temperature bile velike, pa su uslovi snimanja bili idealni. Spoljašnja temperatura vazduha iznosila je 5 °C. Snimci termovizijskom kamerom dati su na slici 6 i slici 7 za staro i novo potkrovlje, za prozor u dnevnoj sobi, kao i u tabelama 3. i 4. Sa snimaka se vidi da je temperatura stakla uz donju ivicu kod prozora starog potkrovlja L5=18.65°C, dok je temperatura stakla uz donju ivicu kod prozora rekonstruisanog potkrovlja L2=21.75°C, što znači da je razlika u temperaturi oko 3°C. Dakle, novi prozori imaju bolje karakteristike u smislu termičke izolacije.

Posebno je interesantno poređenje termovizijskih snimaka sa spoljašnje strane na prozoru starog (slika 8) i rekonstruisanog (slika 9) potkrovlja, kao i u tabelama 5 i 6. Sa snimaka se vidi da je temperatura stakla kod prozora starog potkrovlja A4=15.28°C, dok je temperatura stakla kod prozora rekonstruisanog potkrovlja A4=11.93°C, što znači da je razlika u temperaturi oko 4°C. Dakle, novi prozori imaju bolje karakteristike u smislu termičke izolacije, odnosno hladniji su spolja. To znači da se manje energije gubi kod potkrovlja sa PVC prozorima. Ista je situacija i sa štokom. Temperatura štoka kod starog potkrovlja (drveni štok) je A2=18.31°C a kod PVC štoka je A2=14.79°C. Dakle ista je tendencija kao i kod prozorskog stakla. Više energije se gubi kod drvenih prozora.

Upoređivanjem plafona iznad prozora badža jasno se uočava prednost rekonstruisanih badža. Snimci termovizijskom kamerom dati su na slici 10 i slici 11 za staro i novo potkrovlje, za plafon iznad prozora, kao i u tabelama 7 i 8. Sa snimaka se vidi da je temperatura drvenog plafona od lamperije starog potkrovlja A1=20.98°C i A2=21.60°C, dok je temperatura plafona od gips kartona rekonstruisanog potkrovlja A1=22.92°C i A2=22.96°C, što znači da je rekonstruisano potkrovlje toplije.

Tabela 1 Rezultati merenja na starom potkrovlju

	Merenje br.1	Merenje br.2	Merenje br.3
p ₁ [Pa]/t _{sr} [°C]	50/20	55/20	45/20
p ₂ [Pa]	60	66	54
Δp[Pa]	10	11	9
q[m ³ /h]	504	536	472
q _{sr} [m ³ /h]	504		
BROJ IZMENA	P = 15.5 izm./h		

Tabela 2. Rezultati merenja na rekonstruisanom potkrovlju

	Merenje br.1	Merenje br.2	Merenje br.3
p ₁ [Pa]/t _{sr} [°C]	50/20	55/20	45/20
p ₂ [Pa]	55	61	49
Δp[Pa]	5	6	4
q[m ³ /h]	16	19	13
q _{sr} [m ³ /h]	16		
BROJ IZMENA	P = 0.5 izm./h		

prostorije. Na starom potkrovlju nije ni bilo moguće izvršiti merenje dok se nije izvršilo oblaganje lamperije PVC folijom (slika 5).

Rezultati merenja na starom potkrovlju dati su u tabeli 1.

Osnovni elementi uređaja za ispitivanje su (slika 4): ventilator za isisavanje, kapaciteta 1000 m³/h, uređaj za merenje količine isisanog vazduha, sa kalibrisanom mernom cevi, diferencijalni elektronski mikromanometar, montažni panel za montažu na ulazu u prostoriju, digitalni termometar.

Dakle broj srednjih izmena je bio 15.5. na čas, iako je izvršeno oblaganje lamperije PVC folijom. To je 5 puta više od dozvoljenog broja izmena po propisima. Rezultati merenja na rekonstruisanom potkrovlju dati su u tabeli 2. Iz table 2 se jasno vidi da je posle oblaganja badža i posle ugradnje savremenih PVC prozora marke KBE, broj izmena vazduha u toku jednog sata smanjen na 0.5, što je izvanredan rezultat.

Količina toplote koja se u jedinici vremena mora nadoknaditi Q [J/h] usled

protoka vazduha mase \dot{m} [kg/h] u jedinici vremena, može se izraziti na sledeći način

$$Q = \dot{m} c_p \Delta T = n \rho V c_p \Delta T \quad (1)$$

gde je n [1/h] broj izmena vazduha u prostoriji na sat, ρ [kg/m³] gustina vazduha, V [m³] zapremina prostorije, c_p [J/(kgK)] specifična toplota vazduha pri konstantnom pritisku, ΔT [K] razlika unutrašnje i spoljašnje temperature u zimskom periodu. Na osnovu izraza (1) određuju se specifični toplotni gubici q [J/m²h], tj. toplotni gubici po jedinici korisne površine S, i oni iznose

$$q = Q/S = n \rho h c_p \Delta T \quad (2)$$

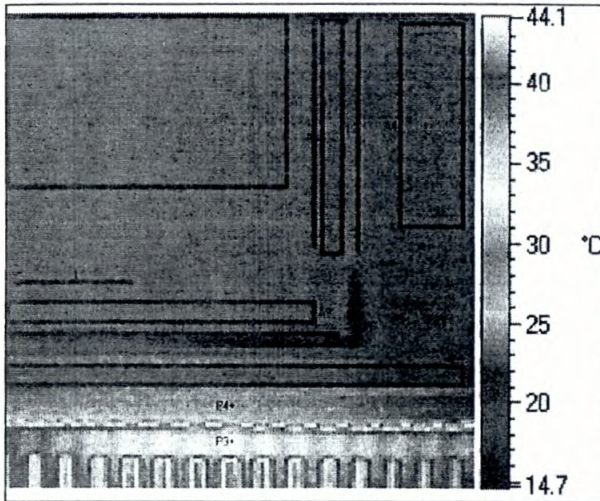
gde je h visina prostorije. Ako se prostorija greje s [h/d] sati dnevno i d [d/a] dana godišnje i kada se sa J pređe na kWh dobija se

$$q = 3,33 \cdot 10^{-4} n h s d \Delta T \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}] \quad (3)$$

Pošto je u Beogradu, prema podacima Beogradske elektrane, s=16 h/d, broj dana u toku kojih se greje godišnje d=160 d/a i DT=5 K, iz izraza (3) se dobija

$$q = \begin{cases} 25,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}, & n = 2 [1/h] \\ 64,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}, & n = 5 [1/h] \\ 81,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}, & n = 6,4 [1/h] \end{cases} \quad (3)$$

Slika 6 Snimak termovizijskom kamerom prozora u starom potkrovlju



Slika 7 Snimak termovizijskom kamerom prozora u novom potkrovlju

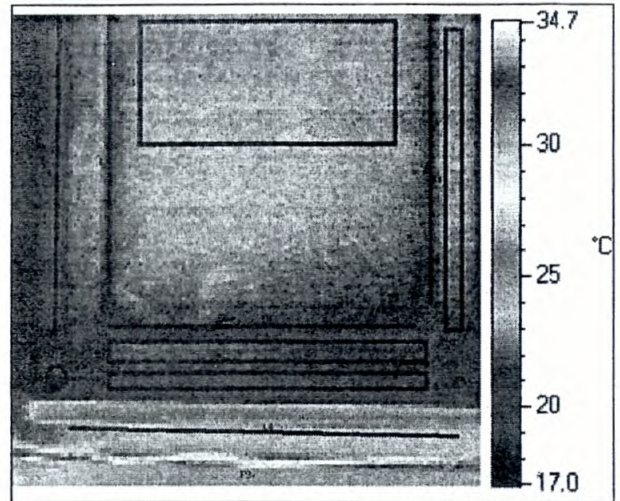


Tabela 3 Rezultati merenja na prozoru starog potkrovlja

Label	Emissivity	Background	Average	Std Dev	Max	Min
A1	0.92	17.98	20.45	0.31	21.9	19.5
A2	0.92	17.98	19.11	0.66	20.6	17.2
A3	0.92	17.98	21.61	0.42	22.6	20.5
A4	0.92	17.98	19.03	0.48	20.5	18.0
A5	0.92	17.98	22.76	0.71	24.4	20.8
L1	0.92	17.98	16.15	0.46	17.3	15.0
L2	0.92	17.98	18.86	0.62	19.9	17.6
L3	0.92	17.98	21.34	0.36	21.9	20.2
L4	0.92	17.98	15.86	0.42	16.6	15.2
L5	0.92	17.98	18.65	0.26	19.4	18.0
P1	0.92	17.98	20.56	.	.	.
P2	0.92	17.98	20.35	.	.	.
P3	0.92	17.98	43.32	.	.	.
P4	0.92	17.98	24.97	.	.	.

A1 – prozorsko staklo; A2 – prozorski ram (donja ivica); A3 – prozorski ram (desna ivica); A4 – zid desno od prozora; A5 – zid ispod prozora; L1 – štok (donja ivica); L2 – štok (desna ivica); L3 – prozorsko staklo (uz desnu ivicu rama); L4 – štok (donji desni ugao); L5 – prozorsko staklo (uz donju ivicu rama); P1, P2 – zid (desno od prozora); P3 – radijator; P4 – zid iznad radijatora

Tabela 4 Rezultati merenja na prozoru rekonstruisanog potkrovlja

Label	Emissivity	Background	Average	Std Dev	Max	Min
A1	0.92	20.98	23.15	0.29	24.9	22.1
A2	0.92	20.98	21.65	0.38	22.6	20.6
A3	0.92	20.98	19.62	0.50	21.5	18.7
A4	0.92	20.98	22.68	0.51	23.6	21.1
A5	0.92	20.98	18.29	0.61	19.2	17.0
L1	0.92	20.98	21.57	0.30	22.1	21.0
L2	0.92	20.98	20.71	0.42	21.7	19.5
L3	0.92	20.98	20.19	0.29	20.7	19.4
L4	0.92	20.98	23.54	0.30	24.1	22.5
L5	0.92	20.98	21.34	0.35	22.1	20.5
P1	0.92	20.98	18.94	.	.	.
P2	0.92	20.98	19.75	.	.	.
P3	0.92	20.98	25.1	.	.	.

A1 – prozorsko staklo; A2 – prozorski ram (donja ivica); A3 – štok (donja ivica); A4 – prozorski ram (desna ivica); A5 – štok (donji levi ugao); L1 – prozorsko staklo (uz levu ivicu rama); L2 – prozorsko staklo (uz donju ivicu rama); L3 – štok (leva ivica); L4 – zid ispod prozorskog parapeta; L5 – prozorsko staklo (uz desnu ivicu rama); P1 – štok (donji desni ugao); P2 – zid, levo od prozora; P3 – zid iznad radijatora

Dakle, na ovom merenju se vidi doprinos zaptivanja i izolacije badža.

Na kraju poređenjem snimaka sa vrata, dobijaju se rezultati koji imaju istu

tendenciju kao i prethodni. Recimo, štok drvenih vrata na starom potkrovlju ima temperaturu A4=18.97°C, dok je temperatura štoka kod PVC vrata

L1=19.16°C. Dakle, kod rekonstruisanog potkrovlja je viša temperatura.

3. Procena ostvarenih energetske ušteda ili povećanja energetske efikasnosti

Na osnovu rezultata ispitivanja ventilacionih gubitaka, izvršen je proračun uticaja broja izmena vazduha na potrošnju energije. U narednom proračunu je prikazana mogućnost ostvarivanja energetske ušteda na osnovu izmerenih rezultata i merodavnih podataka Beogradskih elektrana.

Količina toplote koja se u jedinici vremena mora nadoknaditi Q [J/h] usled protoka vazduha mase \dot{m} [kg/h] u jedinici vremena, izražena na sledeći način:

$$Q = \dot{m} c_p \Delta T = n \rho V c_p \Delta T = n \rho abhc_p \Delta T \quad [J/h] \quad (1)$$

gde su

$c_p = 1000$ J/(kgK), specifična toplota vazduha pri konstantnom pritisku
 ΔT [K], temperaturna razlika spolja i unutra u zimskom periodu

n [1/h], broj izmena vazduha u prostoriji na sat

V [m³], zapremina stana

a [m], b [m], h [m], dimenzije stana

$M=0,029$ kg/(molK), molarna masa vazduha

$p=101000$ Pa, normalan pritisak

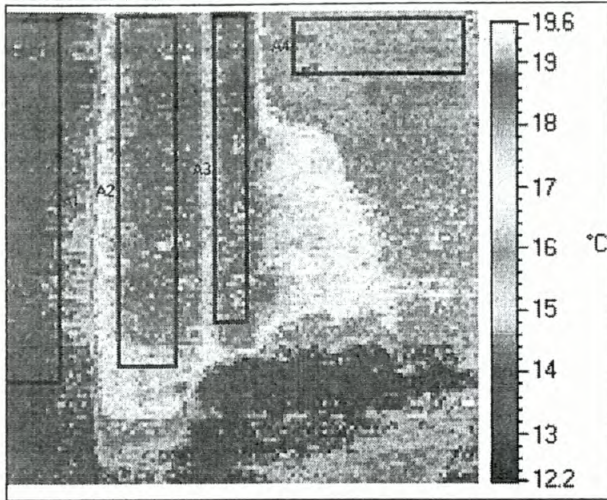
$T=293$ K, temperatura u prostoriji zimi

$R=8,314$ J/(molK), univerzalna gasna konstanta

$\rho=\rho M/RT=1,2$ kg/m³, gustina vazduha pri navedenim uslovima

Na osnovu (1) mogu se odrediti specifični gubici toplote q [J/m²h] (tj.

Slika 8 Termovizijski snimak prozora sa spoljašnje strane na terasi starog potkrovlja



Slika 9 Termovizijski snimak prozora sa spoljašnje strane (sa terase) rekonstruisanog potkrovlja

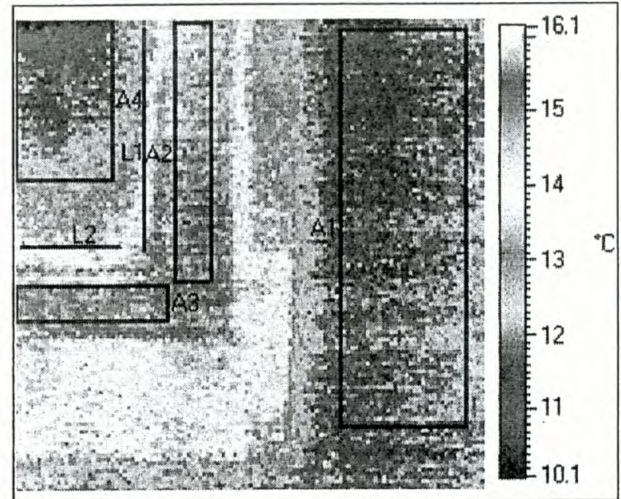


Tabela 5 Rezultati merenja na prozoru starog potkrovlja sa spoljašnje strane

Label	Emissivity	Background	Average	Std Dev	Max	Min
A1	0.92	11.98	13.85	0.34	15.1	12.8
A2	0.92	11.98	18.31	0.45	19.4	16.8
A3	0.92	11.98	18.52	0.42	19.6	17.3
A4	0.92	11.98	15.28	0.37	16.5	14.1

A1 – zid levo od prozora; A2 – štok (desna ivica); A3 – prozorski ram (desna ivica); A4 – prozorsko staklo

Tabela 6 Rezultati merenja na prozoru rekonstruisanog potkrovlja sa spoljašnje strane

Label	Emissivity	Background	Average	Std Dev	Max	Min
A1	0.92	-10.02	11.83	0.32	13.1	10.8
A2	0.92	-10.02	14.79	0.34	15.8	13.7
A3	0.92	-10.02	15.01	0.24	15.7	14.2
A4	0.92	-10.02	11.93	0.54	13.6	10.1
L1	0.92	-10.02	13.58	0.61	14.9	12.5
L2	0.92	-10.02	13.85	0.28	14.5	13.4

A1–zid pored prozora; A2–prozorski ram(desna ivica); A3–prozorski ram(donja ivica); A4– prozorsko staklo; L1–prozorsko staklo(uz desnu ivicu rama); L2–prozorsko staklo(uz donju ivicu rama)

gubici po jedinici korisne površine, $S=ab$ na sledeći način

$$q = \frac{Q}{ab} = n \rho h c_p \Delta T \left[\frac{\text{J}}{\text{m}^2 \text{h}} \right] \quad (2)$$

Ako se prostorija greje s sati dnevno $[h/d]$ i d dana godišnje $[d/a]$ i kada se sa J pređe na kWh, vodeći računa da je $1 \text{ J} = (10^{-3}/3600) \text{ kWh}$, jednačina (2) postaje:

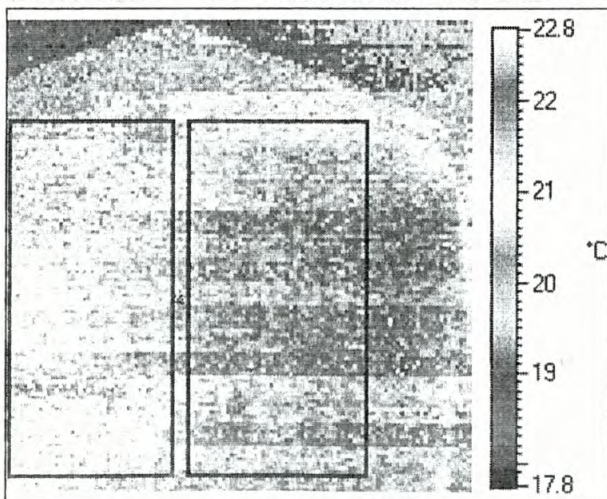
$$q = \frac{10^{-3}}{3600} \rho c_p n h s d \Delta T = 3,33 \cdot 10^{-4} n h s d \Delta T \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{a}} \right] \quad (3)$$

Iz izraza (3) vidi se da specifična potrošnja zavisi od broja izmena vazduha (n), visine prostorije (h), broja sati u toku kojih se dnevno greje (s) broja dana u toku godine kada se greje (d) i od temperaturske razlike (ΔT).

Da bi se stekla samo vrlo gruba ideja o tome kolika se energija gubi izmenama vazduha usvojicemo da je visina stana $h=3\text{m}$. Na osnovu podataka Beogradskih elektrana može se približno uzeti da je broj sati grejanja dnevno $s=16\text{h/d}$, da je broj dana u toku kojih se greje godišnje $d=160\text{d/a}$ i da je srednja temperaturska razlika $\Delta T=5\text{K}$. Kada se ovi podaci unesu u izraz (3) dobija se zavisnost $q(n)$

$$q = 12,8n = \begin{cases} 25,6 \text{ kWh/m}^2 \text{a, } n = 2 \\ 64 \text{ kWh/m}^2 \text{a, } n = 5 \\ 81,9 \text{ kWh/m}^2 \text{a, } n = 6,4 \end{cases} \quad (4)$$

Slika 10 Plafonu iznad prozora starog potkrovlja



Slika 11 Plafon iznad prozora rekonstruisanog potkrovlja

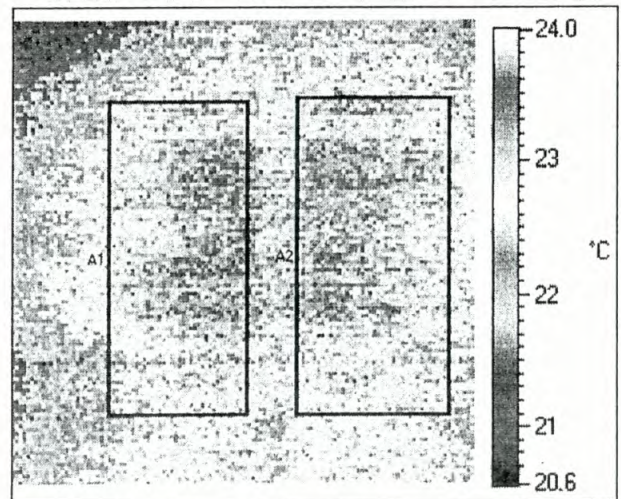


Tabela 7 Rezultati merenja na plafonu starog potkrovlja

Label	Emissivity	Background	Average	Std Dev	Max	Min
A1	0.92	18.98	20.98	0.34	22.2	19.8
A2	0.92	18.98	21.60	0.32	22.7	20.3

A1 – drveni plafon iznad vrata (levi deo); A2 – drveni plafon iznad vrata (desni deo)

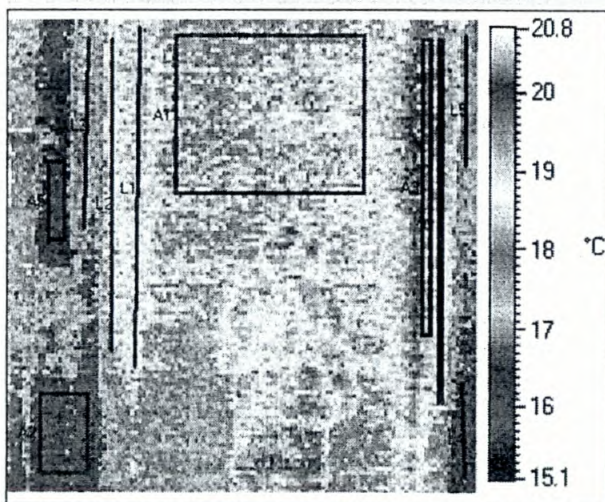
Tabela 8 Rezultati merenja na plafonu rekonstruisanog potkrovlja

Label	Emissivity	Background	Average	Std Dev	Max	Min
A1	0.92	20.98	22.92	0.32	23.8	21.5
A2	0.92	20.98	22.96	0.30	24.0	21.7

A1 – plafon iznad vrata (levi deo); A2 – plafon iznad vrata (desni deo)

JUS U.J5.100 iznosi 2. Iz (4) se vidi koliki su specifični toplotni gubici u jednom, drugom i trećem slučaju kao posledica samo toplotnih gubitaka usled razmene vazduha. Ove vrednosti treba porediti sa 100 kWh/m² a, što predstavlja poželjnu vrednost ukupnih specifičnih toplotnih gubitaka. Vidi se da su toplotni gubici usled razmene vazduha više nego značajni i da bi njihovim smanjivanjem mogla da se postigne velika ušteda energije.

Slika 12 Vrata prema terasi starog potkrovlja



Slika 13 Vrata prema terasi novog potkrovlja

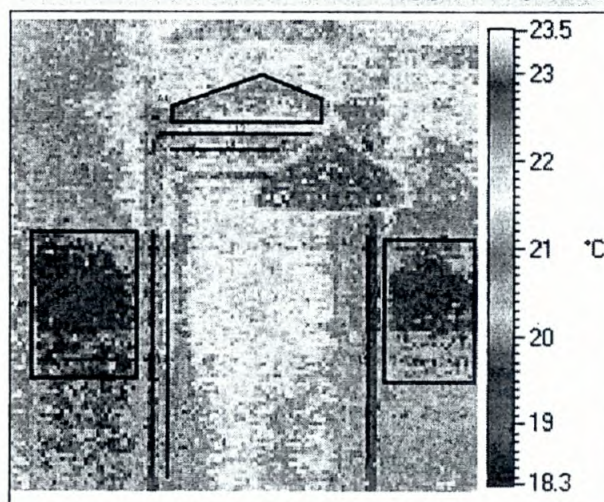


Tabela 9 Rezultati merenja na vratima starog potkrovlja

Label	Emissivity	Background	Average	Std Dev	Max	Min
A1	0.92	18.98	18.29	0.29	19.1	17.3
A2	0.92	18.98	16.21	0.32	17.0	15.3
A3	0.92	18.98	19.47	0.36	20.4	18.6
A4	0.92	18.98	18.97	0.43	19.9	17.9
A5	0.92	18.98	16.21	0.33	16.9	15.4
L1	0.92	18.98	19.16	0.26	19.8	18.6
L2	0.92	18.98	18.58	0.35	19.4	17.8
L3	0.92	18.98	17.86	0.33	18.5	16.9
L4	0.92	18.98	16.28	0.34	16.7	15.4
L5	0.92	18.98	17.75	0.25	18.3	17.3

A1 – staklo na vratima; A2 – zid levo od vrata (donji deo); A3 – prozorski ram (desna ivica); A4 – štok (desna ivica); A5 – zid levo od vrata (gornji deo); L1 – prozorsko staklo (uz desnu ivicu rama); L2 – prozorski ram (desna ivica); L3 – štok (leva ivica); L4 – zid desno od vrata (donji deo); L5 – zid desno od vrata (gornji deo)

Tabela 10 Rezultati merenja na vratima novog potkrovlja

Label	Emissivity	Background	Average	Std Dev	Max	Min
A1	0.92	20.98	19.71	0.43	21.3	18.3
A3	0.92	20.98	19.87	0.42	20.9	18.6
A4	0.92	20.98	21.18	0.32	22.1	20.4
L1	0.92	20.98	19.62	0.27	20.2	18.8
L2	0.92	20.98	21.19	0.32	21.9	20.7
L3	0.92	20.98	20.36	0.29	21.0	19.5
L4	0.92	20.98	21.12	0.26	21.5	20.6
L5	0.92	20.98	19.15	0.29	19.9	18.5

A1 – zid levo od vrata; A3 – zid desno od vrata; A4 – zid iznad vrata; L1 – štok (leva ivica); L2 – okvir vrata (leva ivica); L3 – štok (gornja ivica); L4 – okvir vrata (gornja ivica); L5 – štok (desna ivica)

Merenjem je ustanovljeno da je broj izmena vazduha sa $n=15,5$ spao na rekonstruisanom potkrovlju na $n=0,5$

što je izvanredan rezultat, jer je daleko manji od dozvoljene vrednosti broja izmena vazduha koja prema standardu

4. Zaključak

Mere koje su preduzete na objektu (zamena prozora i rekonstrukcija badža) direktno su uticale na smanjivanje toplotnih gubitaka kroz površine omotača, a samim tim su značajno popravile toplotnu situaciju u stanovima u kojima se vrše merenja. Značajno smanjivanje broja izmena vazduha unutar objekta su svakako faktor koji utiče na smanjivanje toplotnih gubitaka, a samim tim i na veću energetske efikasnost postojećih objekata.

Na osnovu ovih merenja, pre svega ventilacionih gubitaka, može se zaključiti da su potkrovlja prave termičke rupe u omotačima zgrada, ukoliko nisu adekvatno termički izolovana. U ovom primeru nije bilo moguće ni izmeriti ventilacione gubitke dok badže nisu bile obložene dodatnom PVC folijom. Postavljanje novih PVC prozora doprinelo je povišenju srednje temperature prozorskog stakla za čak 3°C. Dodatno oblaganje badža spolja stiroporom rabi mrežom i malterom, kao i dodatni stiropor od 2 cm sa unutrašnje strane sa gips kartonima doprineli su, zajedno sa ugradnjom novih prozora, da ventilacioni gubici spadnu sa 15.5 izmena po satu na svega 0.5 izmena po satu.

Vrlo je važno da isporučio toplotne energije uvedu tarifni sistem za grejanje pošto je to jedini put ka izgradnji

energetski efikasnost objekata. Samo ako korisnici usluga budu plaćali realno utrošenu energiju, imaće motiva i da je štede kroz ugradnju novih prozora i adaptaciju fasada.

Ispitivanja su pokazala da je neophodno pre svake intervencije na postojećim objektima izvršiti odgovarajuća merenja ventilacionih gubitaka, merenje toplotne otpornosti kao i snimanja termovizijskom kamerom. Na osnovu toga proceniti da li je i koja je intervencija na zgradi potrebna.

Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine je već pomoglo finansiranjem projekta ev.br. 250024, čiji su rezultati prikazani u ovom radu. Pored toga, autori očekuju i formalnu podršku u Ministarstvu za infrastrukturu da se usvoji Predlog dopune Pravilnika o sadržini i načinu vršenja tehničkog pregleda objekata i izdavanje upotrebne dozvole iz 2003. godine, a koji će uvesti obavezna ispitivanja na energetsku efikasnost tako što će se u čl.10. stav 1 iza tačke 2) dodati nova tačka 3) koja glasi: „3) energetske efikasnosti objekata, merenjem ventilacionih gubitaka...“ U EU gde su na snazi ovakve mere i gde su merenja zaptivenosti, pre svega prozora, obavezna, potrošnja energije iznosi 60 kWh/m², dok u našoj zemlji ta potrošnja i do 3 puta veća.

5. Literatura

1. Šumarac D., Georgijević V., Jorić S., Anđelković M., Stanković S., Diković-Kordić N., Vasiljević P., Đurović-Petrović M.: Energetski gubici zgrada, 36 KGH Kongres, Beograd, 2005.
2. Šumarac D., Mandić R., Trišović N., Petrović-Đurović M., Diković-Kordić N., Ivanišević D., Predojević B.: Energetski gubici potkrovlja, 37 KGH Kongres, Beograd, 2006.
3. Šumarac, D.: A Solution of the Two Dimensional Thermoelasticity Problem by the Finite element Method, Proc. Numerical Methods in Thermal Problems, Vol. IV, Ed. R.W. Lewis, K. Morgan, Pineridge Press, Swansea, 1985, p.1248.

Đurović-Petrović M., Stevanović Ž., Ilić G., Kozić D., Gavrilović D., Nikezić Z., Stevanović Ž. Ž., Studović M.

UDC: 696.45 : 697.1/9

Multidisciplinarni koncept zgradarstva - inženjering izgrađene sredine

Rezime

Istraživati izgrađenu sredinu je poseban izazov. U sledećih pet godina, polovina svetske populacije živeće u urbanoj sredini provodeći 90% svog vremena u zgradama. Ovaj prelaz ka izgrađenoj sredini uz planiranje, projektovanje, izgradnju i upravljanje zgradama imaće presudan uticaj na zdravlje, sigurnost i produktivnost svetske populacije. Osim toga, pošto energija za zagrevanje i klimatizaciju zgrada u zemljama u razvoju predstavlja skoro polovinu ukupne energije dobijene iz fosilnih goriva, naša gradnja je ključ očuvanja izvora energije i brzine kojom dolazi do globalnih klimatskih promena.

Svi ovi izazovi prelaze granice tradicionalnih veština i profesionalnih metoda. Sledeća generacija stručnjaka će steći sposobnost da usko saraduje sa stručnjacima različitih profila kako bi savladala ove izazove.

Abstract

It is a particularly challenging time to research the built environment. Within five years, half the world's population will be urban dwellers spending 90% of their time in buildings. This move into the built environment plus how we plan, design, construction and operate our buildings will have a major affect on the health comfort, safety and productivity of the worlds populations. In addition, since conditioning the environment in buildings accounts for almost half of the fossil fuelled energy we use in developed countries, our built stock is key to our security of energy supply and the rate at which global climate change will occur. All these challenges cross the boundaries of traditional disciplines and professional routes. The next generation of professional will require an ability to work much more closely with different disciplines and professionals if these challenges are to be met.

1. Izgrađena sredina - put napred

Nova regulativa o energiji poput EU Direktive o energetskim performansama zgrada (EPBD) zajedno sa rastom cena goriva, čine da stvaranje idealne, zdrave, produktivne i komforne sredine u zgradama bude sve veći izazov, smanjivanjem korišćenja fosilnih goriva u cilju ostvarivanja održive globalne sredine. Najzdravija sredina će biti ona koja „svežim“ spoljašnjim vazduhom raspršuje zagađivače stvorene unutra. Međutim, kondicioniranje ovog vazduha do prijatne unutrašnje temperature koristi značajnu količinu energije i u dobro izolovanim zgradama može činiti najveći deo utrošene energije. Koji je tačan nivo i metod

ventilacije koji predstavlja pravi odnos efikasnosti i neškodljivosti? Na određenom nivou ovakva vrsta problema je čisto tehnička i za nju već postoje rešenja. Pravi izazov je kako na Zemlji izgraditi milione zgrada koje ne troše energiju iz fosilnih goriva, koristeći znanja o gradnji miliona graditelja. To bi bile zgrade koje svi mogu sebi priuštiti i u kojima su stanari spremni da provedu ceo svoj život.

U većem delu Evrope izazov je prilagoditi postojeću gradnju, od koje većina ima značajnu kulturnu vrednost, promeni klime i mnogo oštrijim modernim zahtevima za udobnostima. Istorijske građevine, na primer, čine 6% svih postojećih zgrada u Velikoj