ИНДИВИДУАЛНА СТАМБЕНА ИЗГРАДЊА, ЕНЕРГЕТСКА КРИЗА И РАЦИОНАЛНА ПОТРОШЊА ЕНЕРГИЈЕ

INDIVIDUAL HOUSING CONSTRUCTION, ENERGY CRISIS AND RATIONAL ENERGY CONSUMPTION

Др Миле С. Шиљак, дипл. инж., Виша техничка школа, Пожаревац

Индивидуална стамбена изградња стално измиче контроли надлежних инспекција у погледу термичког квалитета омотача. Чисте су импровизације и "уштеде" у материјалу, као и последица опште економске ситуације, а при томе се заборавља чињеница да објекат треба и грејати, а то значи стати у ред нерационалних потрошача топлотне енергије, која потиче из неког конвенционалног извора.

У раду се анализирају потрошња топлоте те неки економски показатељи за објекте овог типа, сведено на јединичну површину омотача.

The individual housing construction is more and more out of control of competent inspections with regard to the thermical quality of the covering. Improvisations and "savings" in material are very often and they are the results of general economic situation; but the fact that such building should be heated during the heating season is easy forgotten. That means to control the unrational consumers of heat energy produced in some conventional sources.

The paper deals with heat consumption and some economic indicators for this type of building, guided down on the covering surface unit.

Кључне речи: *стамбена изградња; енергетска криза; рационална потрошња; енергија*

Key words: *housing construction; energy crisis; rational consumption; energy*

1. Увод

Индивидуална стамбена изградња нипошто није занемарљив сектор, ни данас, нити у ближој будућности, са становишта потреба за топлотном енергијом. Масовна друштвена градња станова је ипак прошлост, како из организационих разлога, тако и због високих (економских) цена једног квадратног метра стамбене површине, и кредитна политика је нерешена итд. Потреба за решавањем стамбеног питања је нормална, природна и неопходна за сваког човека и породицу, те се она мора на неки начин задовољити. Све индиције говоре да ће се то у већини случајева ипак решавати у индивидуалној режији.

Пресудна је жеља да се што пре започне градња објеката и он доведе у стање које ће омогућити његово импровизовано коришћење. Ту се првенствено мисли на опремање најнужнијих просторија, а потом, корак по корак, иде се у довршавање објекта. Нажалост, тај процес довршавања траје низ година, због објективних околности у којима живимо. За све то време, а у току грејног периода, простори за становање морају се грејати

на неки начин. На располагању су многе могућности, али се обично и ту жеље сукобљавају са реалношћу и примењују начини који нису и најрационалнији.

Дуг је и сложен пут једног горива од налазишта до потрошача, а ако се оно још и нерационално троши, уз низак степен искоришћења, онда су последице катастрофалне, а управо смо сведоци и таквих збивања. Овом приликом биће речи о спољашњим омотачима индивидуалних стамбених зграда и потребној топлотној енергији за грејање тих објеката у грејној сезони у карактеристичним фазама довршености објекта.

2. Објекти у индивидуалној градњи

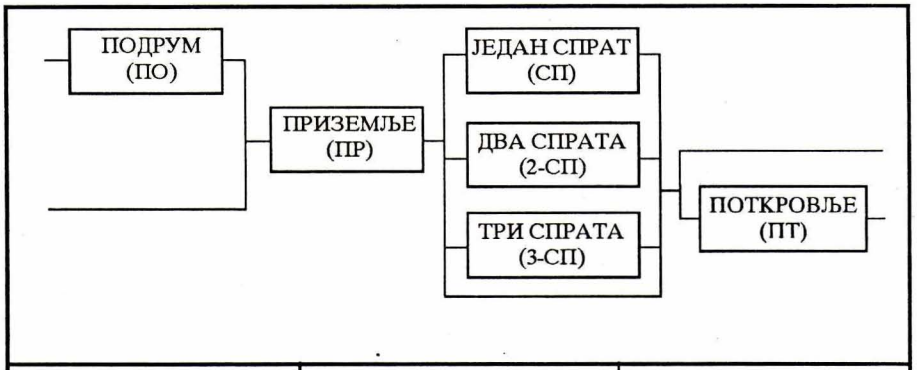
При обиласку многих градова у Србији, у квартовима где се реализује индивидуална стамбена изградња, уочени су карактеристични типови објеката и у одређеном степену довршености, уз напомену, да се многи од њих и у затеченом стању користе за становање већ више година.

Према етажности – спратности, срећу се објекти следећих комбинација, како је то показано у табели 1.

Треба указати на чињеницу да су ретки објекти који се завршавају равним крововима.

Степен довршености објеката је веома различит и креће се од случаја када је озидан само до нивоа приземља, с импровизованим кровом, до потпуно завршених објеката сагласно пројекту.

Табела 1.



ПР	ПР + (3-СП)	ПР + (2-СП) + ПТ
ПО + ПР	ПО + ПР + СП	ПР + (3-СП) + ПТ
ПО + ПР + ПТ	ПО + ПР + (2-СП)	ПО + ПР + СП + ПТ
ПР + СП	ПО + ПР + (3-СП)	ПО + ПР + (2-СП) + ПТ
ПР + (2-СП)	ПР + СП + ПТ	ПО + ПР + (3-СП) + ПТ

У већини случајева за застакљене површине користе се дрвени прозори и врата са обичним и вакумираним стаклима. Фасадне површине спољњег

омотача куће су или неурађене, или делимично урађене, или потпуно завршене. Има случајева када је урађена и термичка изолација, мада ређе.

3. Материјали и композиције спољашњег омотача објекта

За градњу објеката овог типа коришћени су стандардни грађевински материјали, који се могу наћи на домаћем тржишту. Првенствено су коришћени: пуна и гитер опека, опекарски блок, бетонски блок, сипорекс.

А од изолационих материјала срећу се: стиропор, вунизол, изосил 1, изосил 2, термосилне плоче, перлитни малтер.

Готово редовно, унутрашње површине обложене су кречним малтером, слојем дебљине од 1,5 cm до 2 cm.

Табела 2.

Бројна ознака		Врста материјала слоја		Дебљина слоја δ (cm)
1		спољни малтер		2
2	2.1	пуна опека		12
	2.2	пуна опека		25
	2.3	пуна опека		38
3		унутрашњи малтер		1,5
4	4.1	опекарски блок		20
	4.2	опекарски блок		25
5		бетонски блок		20
6		сипорекс		30
7	7.1	Изолација	вунизол	4
	7.2		стиропор	4
	7.3		изосил 1	8
	7.4		изосил 2	3
	7.5		термосил	4

Спољни зидови у пројектној документацији су у већини случајева обрађени коректно, тј. предвиђене су композиције од грађевинских и изолационих материјала који обезбеђују прихватљиве коефицијенте пролаза топлоте, односно топлотног отпора, али проблем је у томе што је мали проценат објеката који се потпуно завршавају по пројекту и потом усељавају и користе. Далеко је већи проценат, у шта се није тешко уверити, оних објеката који нису довршени а користе се за становање.

У табели 3. је преглед неких често сретаних комбинација спољних омотача објеката. Ради прегледности, поједини слојеви спољашњег зида условно су означени бројевима сагласно комбинаторици датој у табели 2. Ради подсећања, у табели 4 су наведене вредности за K R_k у зависности од

климатске зоне, а у табели 5 су бројне вредности средње најниже годишње температуре по климатским зонама.

Табела 3.

Редни број	Композиција спољњег омотача стамбеног објекта (δ cm)	Топлотне карактеристике	
		R_k (m²K/W)	K (W/m²K)
1	2 25 1,5 1 2.2 3	0,5357	1,87
2	2 20 1,5 1 4.1 3	0,5192	1,93
3	2 25 1,5 1 4.2 3	0,5973	1,67
4	2 20 1,5 1 5 3	0,4567	2,19
5	2 30 1,5 1 6 3	1,2412	0,81
6	2 38 1,5 1 2.3 3	0,7067	1,42
7	12 20 1,5 2.1 4.1 3	0,6569	1,52
8	12 25 1,5 2.1 4.2 3	0,7350	1,36
9	12 4 20 1,5 2.1 7.1 4.1 3	1,6569	0,60
10	12 4 25 1,5 2.1 7.1 4.2 3	1,7350	0,58

Редни број	Композиција спољњег омотача стамбеног објекта (δ cm)	Топлотне карактеристике	
		R_k (m²K/W)	K (W/m²K)
11	3 25 1,5 7.4 4.2 3	0,7065	1,42
12	3 20 1,5 7.4 4.1 3	0,6901	1,45
13	3 25 1,5 7.4 4.2 3	0,7682	1,30
14	3 20 1,5 7.4 5 3	0,6276	1,59
15	3 30 1,5 7.4 6 3	1,4121	0,71
16	4 25 1,5 7.2 2.2 3	1,6266	0,61
17	4 20 1,5 7.2 4.1 3	1,6101	0,62
18	4 25 1,5 7.2 4.2 3	1,6883	0,59
19	4 20 1,5 7.2 5 3	1,5476	0,65
20	4 30 1,5 7.2 6 3	2,3321	0,43
21	12 8 25 1,5 2.1 7.3 2.2 3	0,9697	1,03

Редни број	Композиција спољњег омотача стамбеног објекта (δ cm)	Топлотне карактеристике	
		R_k (m²K/W)	K (W/m²K)
22	12 8 20 1,5 2.1 7.3 4.1 3	0,9532	1,05
23	12 8 25 1,5 2.1 7.3 4.2 3	1,0313	0,97
24	12 8 20 1,5 2.1 7.3 5 3	0,8907	1,12
25	4 25 1,5 7.5 2.2 3	0,9076	1,10
26	4 20 1,5 7.5 4.1 3	0,8912	1,12
27	4 25 1,5 7.5 4.2 3	0,9693	1,03
28	4 20 1,5 7.5 5 3	0,8287	1,21
29	4 30 1,5 7.5 6 3	1,6132	0,62

Опредељујући се за другу климатску зону, као најчешће заступљену код нас, из табеле 3, уочавају се комбинације спољашњих зидова које задовољавају критеријум из табеле 4, и наводе се у табели 6.

У случају недовршености спољашњих зидова у делу термоизолације ситуација је алармантна. Обично су урађени зидови у делу основног материјала и исти малтерисани само са унутрашње стране. У табели 7, показане су бројне вредности коефицијената пролаза топлоте и топлотног отпора у таквим случајевима.

Према табели 7 се закључује, да само комбинације 5, 15, 20 и 29 и даље задовољавају граничне вредности коефицијената K и R_K, док су остале комбинације бесповратни понори топлотне енергије из једне у другу грејну сезону.

Табела 4.

Врста зида	Грађевинско-климатска зона					
	I		II		III	
	K	R_K	K	R_K	K	R_K
Спољни зид	1,225	0,65	0,930	0,910	0,83	1,03

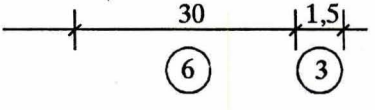
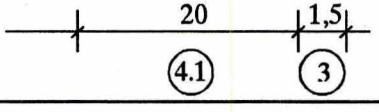
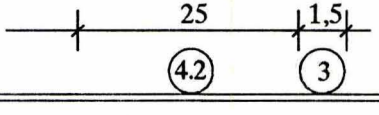
Табела 5.

Зона	Средња вредност најниже годишње температуре у зони (°C)
I	−12
II	−18
III	−24

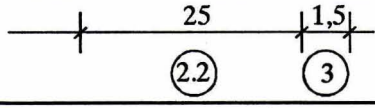
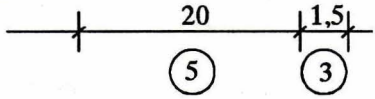
Табела 6.

Комбинација									
5	9	10	15	16	17	18	19	20	29
Напомена: Све ово важи уз услов да је спољашњи зид потпуно завршен.									

Табела 7.

Редни број	Структура спољњег зида	Топлотне карактеристике	
		R'_k (m²K/W)	K' (W/m²K)
5 15 20 29		1,22	0,82
9 17		0,50	2,00
10 18		0,58	1,73

Наставак на следећој страни

Редни број	Композиција спољњег зида	Топлотне карактеристике	
		R'_k (m²K/W)	K' (W/m²K)
16		0,52	1,94
19		0,44	2,27

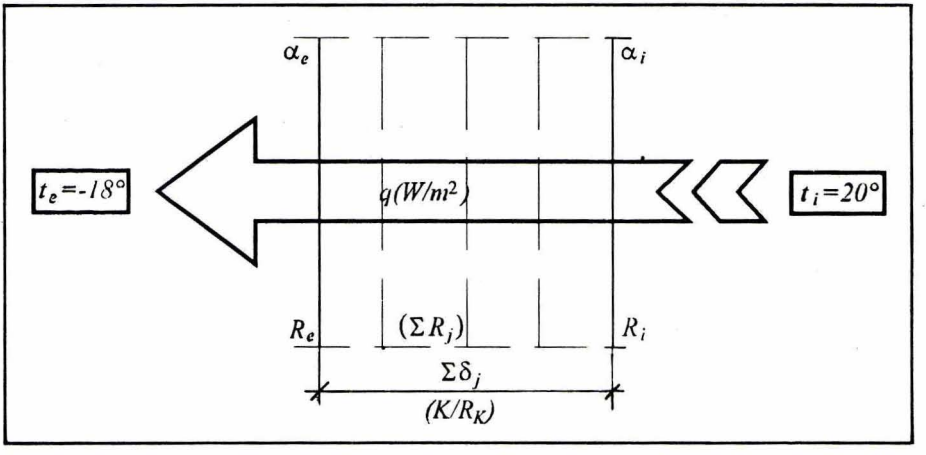
Табела 8.

Стање спољашњег зида	Врста композиције структуре спољашњег зида	Топлотне карактеристике		q (W/m²)
		R_k (m²K/W)	K (W/m²K)	
Комплетно структурно формиран спољашњи зид	5	1,24	0,81	31
	9	1,66	0,60	23
	10	1,74	0,58	22
	15	1,41	0,71	27
	16	1,63	0,61	23
	17	1,61	0,62	24
	18	1,69	0,59	22
	19	1,55	0,65	25
	20	2,33	0,43	16
	29	1,61	0,62	24
Урађен само основни зид	5	1,22	0,82	31
	15			
	20			
	29			
	9	0,50	2,00	76
	17			
	10	0,58	1,73	66
	18			
	16	0,52	1,94	74
	19	0,44	2,27	86

4. Губици топлоте услед недовршености објекта

Уважавајући основну дефиницију система централног грејања, закључује се, да је систем активан током грејне сезоне и да је драгоцено обезбедити квалитетну структуру спољашњег зида са одговарајућим топлотним карактеристикама.

Везујући даљу анализу за јединичну површину (1 m^2) спољашњег зида, пропратиће се топлотни флукс карактеристичних структура зида. У табели 8 показане су бројне вредности топлотног флукса комплетно завршеног и делимично завршеног спољашњег зида. Процес преноса топлоте шематски је илустрован на слици 1.



Слика 1. Топлота у трансферу

Пример

У питању је једна породична кућа у Крагујевцу. Габарити основе куће су: 10 × 10 m^2. Спратна висина износи 2,85 m. Површина прозора и врата у фасадним зидовима износи 12 m^2. Структура спољашњег зида је композиције 9, сагласно табели 3. Објект има приземље и спрат и отворен положај према ветру. Дневни прекид ложења износи 10 часова. Као извор топлоте предвиђа се ливени котао са аутоматском регулацијом за погон на чврсто гориво. Цевна мрежа је с доњим разводом и добро је изолована. Као погонско гориво биће коришћен лигнит, мрки угаљ и лож-уље.

Потребно је анализирати колики је топлотни губитак за једну грејну сезону изражен повећањем потрошње погонског горива, ако се објект користи са делимично урађеним основним зидом, сагласно табели 7.

Решење

Из табела у [2] за место у коме је објекат изграђен, узимају се подаци:

SD = 2620

$Z = 180$

$t_{gm} = 4{,}5^{o}C$

$t_{SPTG} = -18^{o}C$

Ако се узме, да су доње топлотне моћи погонског горива: за лигнит 13 000 kJ/kg, за мрки угаљ 17 000 kJ/kg, за лож-уље 42 000 kJ/kg, и остале вредности коефицијената сагласно извору [2], добија се:

	Потрошња погонског горива (≈ t/год.)	
	За завршену кућу	За недовршену кућу
Лигнит	5,5	11
Мрки угаљ	4,0	8,0
Лож-уље	1,7	3,4

Сваки коментар је сувишан. Такође, значајан је податак да за термичку изолацију објекта треба утрошити сса 13 000 динара, рачунато по тржишним ценама средином 1995. године. Узимајући у обзир мање утрошеног материјала за израду инсталације централног грејања и мању потрошњу погонског горива, овај износ се може отплатити за око 8 година, тј. за осам грејних сезона, а потом се практично остварује добит, па се закључује да је ово "профитабилни" посао.

5. Закључак

Након исцрпне анализе постављеног проблема и презентираног рачунског примера, није тешко закључити да се ради о озбиљном проблему који заслужује посебну пажњу.

Практично, употребом или коришћењем недовршеног стамбеног објекта у делу спољашњег зида, за сваку грејну сезону троши се двоструко више погонског горива, односно повећана количина погонског горива, што је алармантно и недопуштено, па се у том смислу сугерише:

- надлежним инспекцијским службама да упозоре и обавежу кориснике таквих објеката да ускладе топлотне карактеристике објеката са законским вредностима,
- снизити цене грађевинских и изолационих материјала ако се користе за изоловање објекта,
- развити кредитну политику која ће стимулисати термичку изолацију објекта,
- суфинансирати захтеве изоловања објекта, из извора намењених проширењу производних капацитета погонских горива,
- пооштрити и казнену политику за непослушне кориснике термички неизолованих објеката.

У прилог оправданости предузимања одговарајућих корака иду и чињенице, да је доста објеката који нису изоловани а користе се, да се морају уважити и еколошки аспекти топлотног и другог загађивања окружења,

да се нерационалном потрошњом енергије угрожава целокупан енергетски систем државе и, на крају, утиче се и на цену енергије, што угрожава све кориснике енергије, па чак и оне који су савесно и добро изоловали своје објекте.

Можда ће се неко упитати, да ли је третирани проблем актуелан ако се објект греје локалним средствима, тј. ако није урађен систем централног грејања, већ се у свакој грејној просторији налази независан извор топлоте. Ситуација је веома слична по механизму топлотних губитака, али је још неповољнија у погледу укупно утрошене количине горива.

За недовршене објекте јавља се још један проблем везан за пројектовање система централног грејања. Ако се систем централног грејања пројектује на бази архитектонско-грађевинског пројекта, тада се добија СЦГ који је узео у обзир изолованост објекта, и у условима експлоатације у недовршеном објекту даваће слику немоћног система, а у супротном, ако би се систем централног грејања пројектовао на основу грађевинских прилика на недовршеном објекту, добио би се скупљи систем, који би након завршетка термичке изолације објекта постао предимензионисан, а самим тим и нерационалан за све следеће грејне сезоне.

На крају се изводи општи закључак: са досадашњом праксом у градњи објеката за становање у индивидуалној режији мора се прекинути. Нове објекте треба градити са добром топлотном изолацијом, а већ изграђене објекте треба накнадно термички изоловати до задовољавајућег нивоа.

6. Легенда

R	– топлотни отпор,
K	– коефицијент пролаза топлоте,
α_e	– коефицијент прелаза топлоте са спољне стране зида,
α_i	– коефицијент прелаза топлоте са унутрашње стране зида,
q	– топлотни флукс,
δ_j	– дебљина слоја материјала,
t_e	– спољна температура,
t_i	– унутрашња температура,
SCG	– систем централног грејања,
SD	– број степен дана,
Z	– број дана грејног периода,
t_{gm}	– средња температура грејног периода,
t_{SPTG}	– спољна пројектна температура грејања.

7. Литература

[1] Југословенски стандарди: ЈУС У.Ј5.001, ЈУС У.Ј5.510, ЈУС У.Ј5.520, ЈУС У.Ј5.530, ЈУС У.Ј5.600.

[2] **Тодоровић, Б.**: *Пројектовање постројења за централно грејање,* Машински факултет, Београд, 1979.

[3] **Шиљак, М. С.**: *Утицај избора стандардног грејног тела на рационалну потрошњу топлотне енергије*, Научна конференција са међународним учешћем "Машинство за XXI век", Нови Сад, 1995.