



*Приета: 30.03.2016 г.*

*Преработена: 14.04.2016 г.*

*Одобрена: 27.04.2016 г.*

## АНАЛИЗ НА ТОПЛИННИ МОСТОВЕ В СЕИЗМИЧНИ РАЙОНИ – КОЛОНА В ЪГЪЛ

Пл. Чобанов<sup>1</sup>

*Ключови думи: топлинен мост, температурни полета*

### РЕЗЮМЕ

Топлинните мостове в сеизмичните райони определят съществен дял от загубите на топлина. Това се предопределя от завишените конструктивни изисквания в тези райони. При топлотехническо проектиране на сгради най-често възникват въпроси за степента на покритие с топлоефективен материал на образувалите се обикновено от стоманобетонни елементи конструктивни топлинни мостове в ограждащите елементи на сградата. Предмет на анализа е пример на геометрично-конструктивен топлинен мост при ъгъл на стена и квадратна стоманобетонна колона в ъгъла.

### Проблемът

Топлинните мостове в сеизмичните райони определят съществен дял от загубите на топлина [4]. Това се предопределя от завишените конструктивни изисквания в тези райони. Оптимизирането на тези детайли в топлотехническо отношение води да съществен ефект в икономията на енергия.

При топлотехническо проектиране на сгради [2] най-често възникват въпроси за степента на покритие с топлоефективен материал на образувалите се обикновено от стоманобетонни елементи конструктивни топлинни мостове в ограждащите елементи на сградата. Проектантът разполага с конструктивната схема на елементите и с ефективния топлоизолационен материал за решение на образуващите се конструктивни топлинни

---

<sup>1</sup> Пламен Чобанов, доц. д-р инж., кат. „Строителни материали и изолации“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: chobanov\_fce@uacg.bg

мостове. Трябва да се определят дебелината и размерите на топлоизолационен материал, гарантиращи ефективно решение за топлинните загуби.

## Анализ

Предмет на анализа е пример на геометрично-конструктивен топлинен мост при ъгъл на стена и квадратна стоманобетонна колона в ъгъла – вж. фиг. 1.

Топлопроводността през стоманобетонната колона е оптимизирана (ограничена) чрез покритие с ефективен топлоизолационен материал с приета дебелина равна на  $d = 5$  cm, която не се променя при изследването. При решените варианти се променя размера на топлоизолация над колоната през 2 cm от двете страни на колоната.



Фиг. 1. Геометрично-конструктивен топлинен мост при ъгъл на стена и стоманобетонна колона в ъгъла

Анализът за разглежданите варианти на топлинния мост е извършен за гранични условия за отопляемите и неотопляемите пространства (зони), дадени в табл. 1.

Таблица 1. Гранични условия

Пространство (зона)	$\theta$ , °C	$R_{s}$ , (m <sup>2</sup> ·K)/W
Отопляема	+20	0,13
Неотопляема	-16	0,04

$\theta$  – температура на въздуха в зоната;

$R_s$  – съпротивление на топлопредаване между въздух и конструкция.

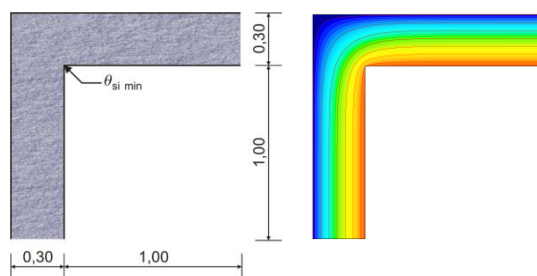
За разглежданите варианти на топлинния мост са използвани строителни материали с коефициенти на топлопроводност, показани в табл. 2.

**Таблица 2. Характеристики на материалите**

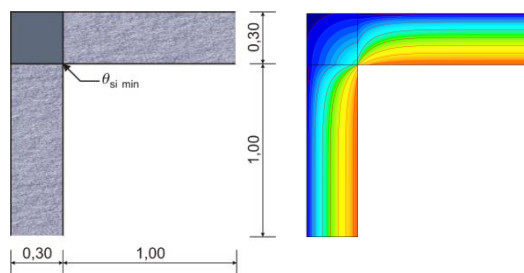
Материал	$\lambda_{и}, \text{W/mK}$
Клетъчен бетон	0,16
Топлоизолация	0,03
Стоманобетон	1,63

Решени са тринадесет варианта на разглеждания детайл (A1 ÷ A13). Геометричните размери за всеки от вариантите на детайлите са показани на всяка от схемите – съответно. За всеки вариант на детайл (топлинен мост) е извършено решение [1] и са показани изотерми с разпределение на температурата в пределите на детайла. Получените резултати от решението и анализа за всеки вариант са представени в табл. 3.

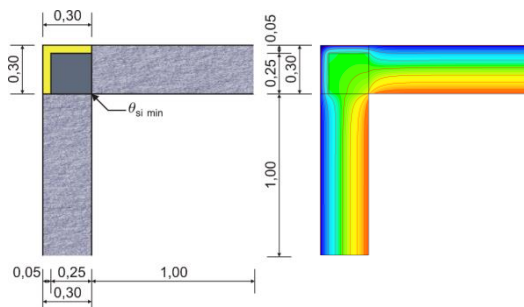
На фиг. 2 до фиг. 14 са представени схеми и изотерми на тринадесетте варианта на разглеждания детайл от A1 до A13.



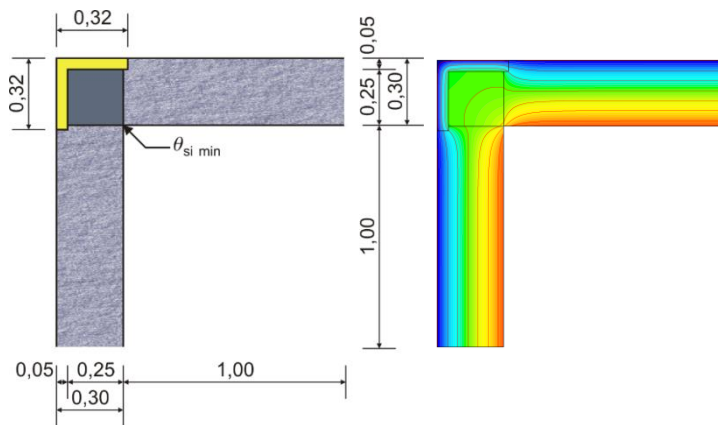
**Фиг. 2. Детайл A1. Ъгъл от клетъчен бетон без колона – схема и изотерми**



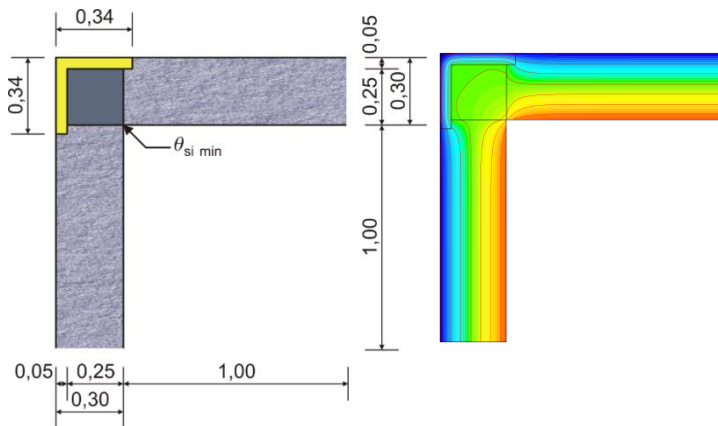
**Фиг. 3. Детайл A2. Ъгъл от клетъчен бетон с колона без топлоизолация – схема и изотерми**



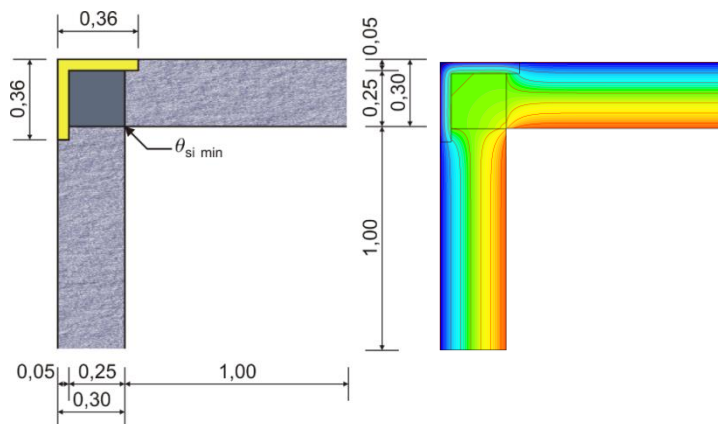
**Фиг. 4. Детайл A3. Ъгъл от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 2x30 cm – схема и изотерми**



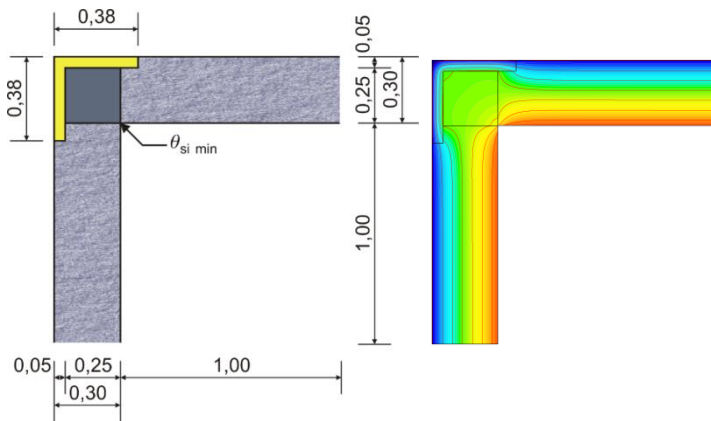
**Фиг. 5. Детайл А4. Ъгъл от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 2x32 cm – схема и изотерми**



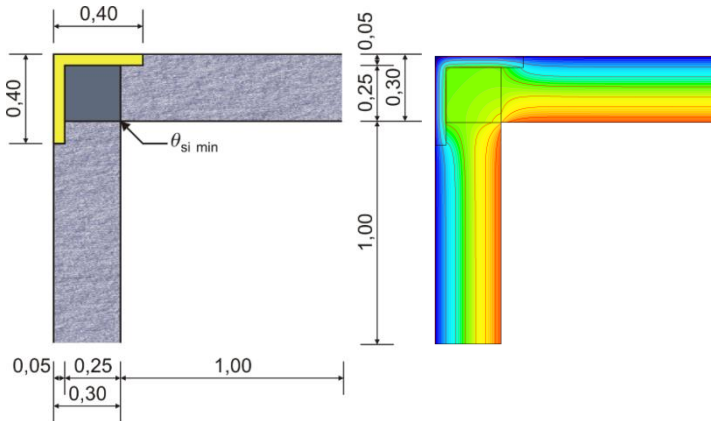
**Фиг. 6. Детайл А5. Ъгъл от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 2x34 cm – схема и изотерми**



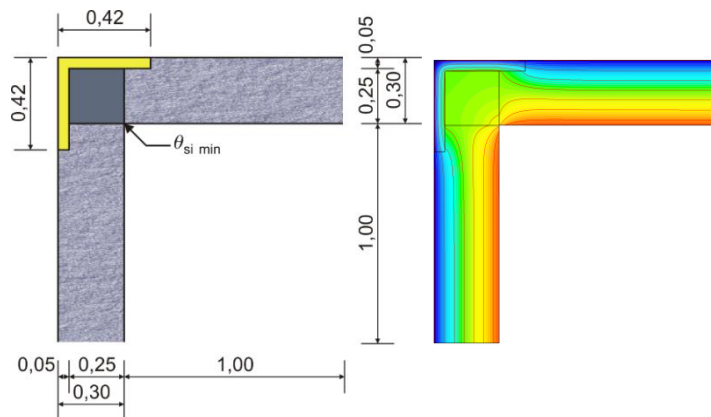
**Фиг. 7. Детайл А6. Ъгъл от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 2x36 cm – схема и изотерми**



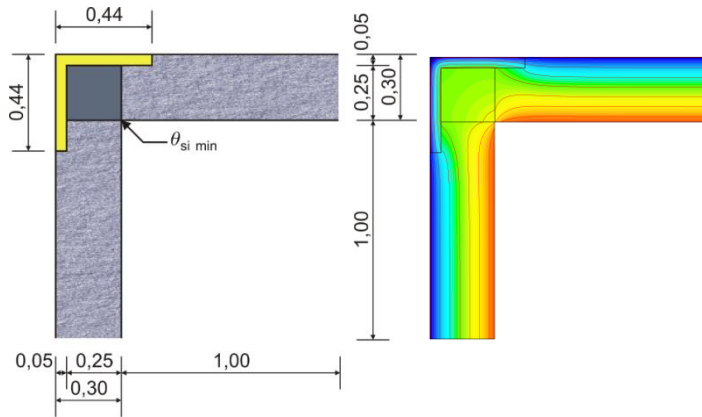
**Фиг. 8. Детайл А7. Ъгъл от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 2x38 cm – схема и изотерми**



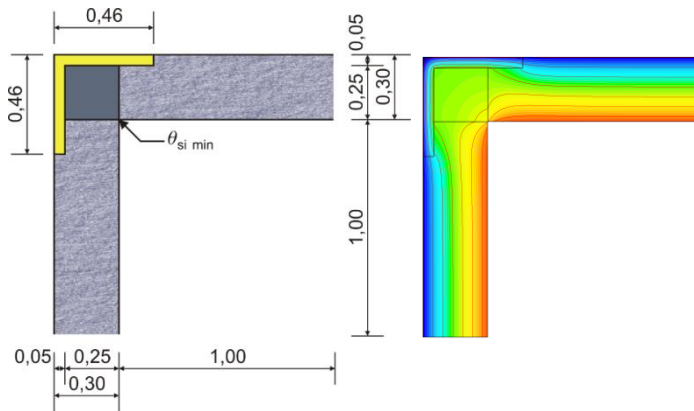
**Фиг. 9. Детайл А8. Ъгъл от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 2x40 cm – схема и изотерми**



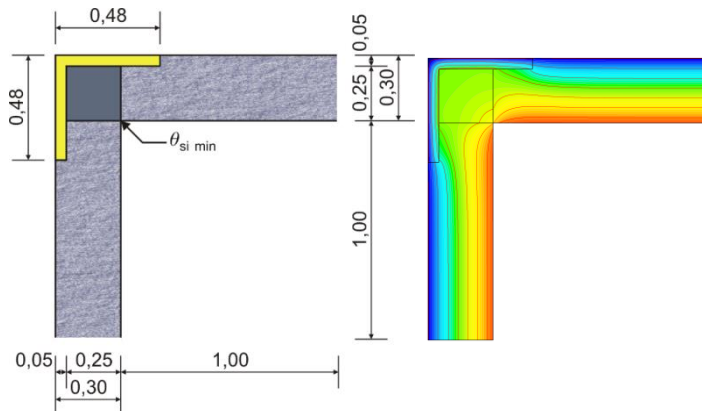
**Фиг. 10. Детайл А9. Ъгъл от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 2x42 cm – схема и изотерми**



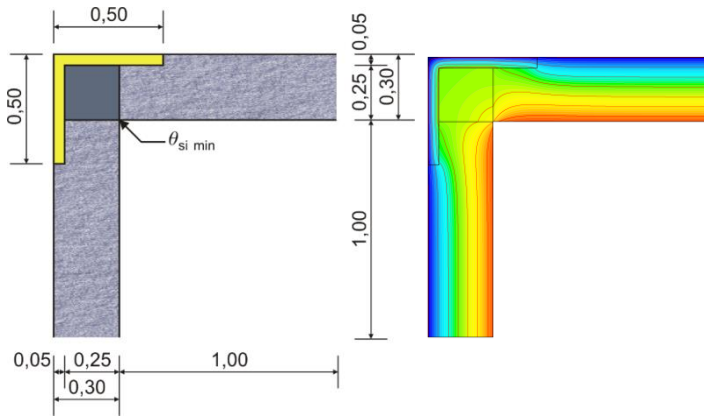
**Фиг. 11. Детайл A10. Ъгъл от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 2x44 cm – схема и изотерми**



**Фиг. 12. Детайл A11. Ъгъл от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 2x46 cm – схема и изотерми**



**Фиг. 13. Детайл A12. Ъгъл от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 2x48 cm – схема и изотерми**

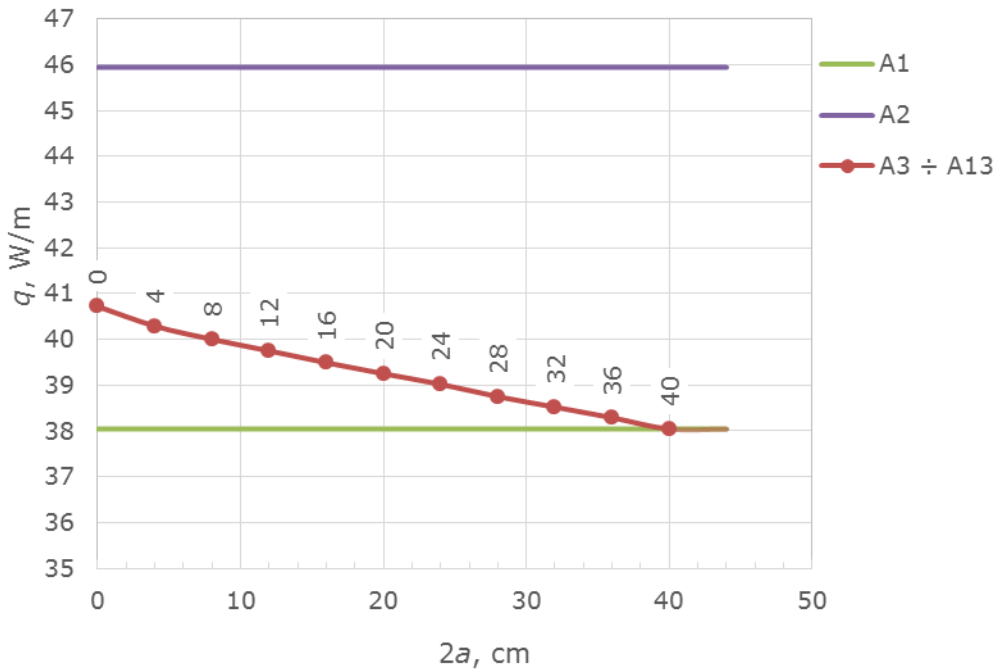


Фиг. 14. Детайл А13. Ъгъл от клетъчен бетон с колона и топлоизолация, 2x50 cm – схема и изотерми

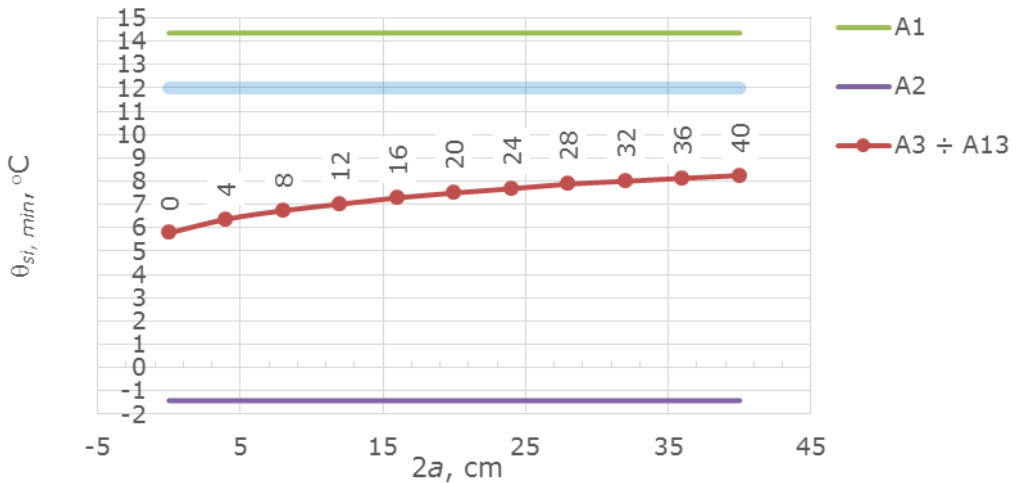
Таблица 3. Резултати от решението и анализа на вариантите

Детайл	W/mK	W/m <sup>2</sup> K				m				W/mK			W/m	°C
		$L^{2D}$	$U_1$	$U_2$	$U_{eq,e}$	$U_{eq,i}$	$l_{1e}$	$l_{2e}$	$l_{1i}$	$l_{2i}$	$\Psi_e$	$\Psi_i$		
A1	1,058	0,491	0,491	0,406	0,528	1,30	1,30	1,00	1,00	-0,219	0,075	0,838	<b>38,04</b>	14,36
A2	1,277	0,491	0,491	0,491	0,637	1,30	1,30	1,00	1,00	0,001	0,294	0,406	45,94	<b>-1,41</b>
A3	1,133	0,491	0,491	0,435	0,565	1,30	1,30	1,00	1,00	-0,144	0,149	0,605	40,72	<b>5,78</b>
A4	1,121	0,491	0,491	0,430	0,559	1,30	1,30	1,00	1,00	-0,156	0,137	0,621	40,29	<b>6,37</b>
A5	1,113	0,491	0,491	0,427	0,555	1,30	1,30	1,00	1,00	-0,164	0,129	0,632	40,00	<b>6,74</b>
A6	1,106	0,491	0,491	0,425	0,551	1,30	1,30	1,00	1,00	-0,171	0,122	0,639	39,75	<b>7,02</b>
A7	1,098	0,491	0,491	0,422	0,548	1,30	1,30	1,00	1,00	-0,179	0,115	0,647	39,49	<b>7,29</b>
A8	1,092	0,491	0,491	0,419	0,544	1,30	1,30	1,00	1,00	-0,185	0,108	0,653	39,25	<b>7,50</b>
A9	1,085	0,491	0,491	0,417	0,541	1,30	1,30	1,00	1,00	-0,192	0,102	0,658	39,02	<b>7,68</b>
A10	1,078	0,491	0,491	0,414	0,538	1,30	1,30	1,00	1,00	-0,199	0,094	0,663	38,75	<b>7,88</b>
A11	1,072	0,491	0,491	0,412	0,534	1,30	1,30	1,00	1,00	-0,205	0,088	0,667	38,52	<b>8,00</b>
A12	1,065	0,491	0,491	0,409	0,531	1,30	1,30	1,00	1,00	-0,212	0,081	0,670	38,29	<b>8,13</b>
A13	1,058	0,491	0,491	0,406	0,528	1,30	1,30	1,00	1,00	-0,219	0,074	0,674	<b>38,02</b>	<b>8,25</b>

На фиг. 15 е представена преминаващата топлина за метър дължина от детайла –  $q$ , W/m, като функция от размера на топлоизолацията над размера на колоната –  $a$ , cm. Детайл A1 е хомогенна стена. Детайл A2 е топлинен мост без топлоизолация. Вижда се, че при  $a = 20$  cm се нулира влиянието на топлинния мост, т.е.  $q_1 = 38,04 \approx q_{13} = 38,02$  W/m.



Фиг. 15. Изменение на  $q$



Фиг. 16. Изменение на  $\theta_{si, min}$



На фиг. 16 е представена температурата  $\theta_{si \text{ min}}$ , °C, като функция от размера на топлоизолацията над размера на колоната –  $a$ , cm. Детайл A1 е хомогенна стена. Детайл A2 е топлинен мост без топлоизолация. Вижда се, че поставянето на топлоизолация не елиминира опасността от образуване на конденз (построена е правата на образуване на конденз при относителна влажност –  $\Phi = 60\%$ ).

## Изводи

1. Разглежданите топлинни мостове не бива да се подценяват при топлофизичния анализ. Те предизвикват значими топлинни загуби, които се отразяват върху целия топлинен баланс на сградата.

2. Професионалното решение на тези проблеми, може съществено да подобри топлинните характеристики на ограждащите конструкции, а оттам и енергоефективното поведение на сградата.

3. При разглеждания топлинен мост и за приетите материали излизането на топлоизолацията с около две трети от дебелината на стената, на практика, нулира влиянието на топлинния мост.

4. Образуването на конденз при разглеждания топлинен мост се дължи на приетата екстремно ниска външна температура. При изчисление за нормативни гранични условия не би следвало да се образува конденз.

## ЛИТЕРАТУРА

1. TERPOL – софтуер на автора. Верифициран по стандарт [3].
2. Наредба № 7. Енергийна ефективност на сгради.
3. БДС EN ISO 10211:2008. Топлинни мостове в строителни конструкции. Топлинни потоци и повърхностни температури. Подробни методи за изчисляване.
4. Милков, Ст., Пл. Чобанов. Оценка на топлинните мостове в ограждащите конструкции на сгради. 65 юбилейна научна конференция, УАСГ, София, 2007.

# ANALYSIS OF THERMAL BRIDGES IN SEISMIC REGIONS – COLUMN IN THE WALL CORNER

**Pl. Chobanov<sup>1</sup>**

*Keywords: thermal bridge, temperature fields*

## ABSTRACT

Thermal bridges in seismic regions define a substantial proportion of heat loss. This is predetermined by the increased structural requirements in these areas. In heat engineering design of buildings the most common questions concern the extent of warm efficient material coverage of the constructive thermal bridges in the building envelope which have usually been formed by the concrete elements. Subject of the analysis is a geometric-constructive thermal bridge at a wall corner and a square concrete column in the corner.

---

<sup>1</sup> Plamen Chobanov, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Building Materials and Insulations”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: chobanov\_fce @uacg.bg