

МЕТОДИКА ЗА ПРОЕКТИРАНЕ И ОСИГУРЯВАНЕ НА ETICS НА ВЕТРОВИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ

Иван-Александър Цонев¹, Лъчезар Хрисчев²

METHODOLOGY FOR DESIGN AND ASSURING OF ETICS AGAINST WIND LOADS

Ivan-Aleksandar Conev¹, Lachezar Hrischev²

Abstract:

The mechanical fixing of external thermal insulation composite systems (ETICS) to building facades is essential for their wind load resistance. This paper examines the requirements of European assessment documents, Euro norms and Technical reports relating to ETICS wind load resistance. The basic methodology for determining the required number of mechanical fixing devices (anchors) are proposed. The methodology takes into account the wind load determined according to EN 1991-1-4 Eurocode 1, the pull-through resistance of the thermal insulation layer according to EAD 040083-00-0404 and the load bearing capacity of the anchors according to EAD 330196-00-0604 and EOTA TR 051. In conclusion, specific recommendations are given and directions for future research are outlined.

Keywords:

ETICS, wind load resistance, anchors, pull-through resistance, load bearing capacity

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременните изисквания за енергийна ефективност налагат използването на конкретни технически решения за топлоизолиране на ограждащите елементи на сградите. Едни от най-разпространените решения за топлоизолиране на фасадите, са свързани с прилагането на външни топлоизолационни комбинирани системи с мазилка (ETICS), с различен по вид топлоизолационен слой [1-3].

При механично закрепените системи (ETICS), основна роля за осигуряването на експлоатационната годност и дълготрайност при ветрови въздействия оказват механичните скрепителни средства (дюбели). При този тип системи, лепилната смес

¹ Иван-Александър Цонев, инж., докторант, Катедра „Технология и механизация на строителството“, Строителен факултет, УАСГ- България, София 1164, бул. Христо Смирненски № 1, ivan_conev_fce@uacg.bg
Ivan-Aleksandar Conev, eng., PhD student, Dept. of Construction Technology and Mechanisation, Faculty of Civil Engineering, UACEG - Bulgaria, Sofia 1164, 1 Hristo Smirnenski Blvd., ivan_conev_fce@uacg.bg

² Лъчезар Хрисчев, доц. д-р инж., Катедра „Технология и механизация на строителството“, Строителен факултет, УАСГ- България, София 1164, бул. Христо Смирненски № 1, l.hrischev@abv.bg
Lachezar Hrischev, Assoc. Prof. eng., PhD, Dept. of Construction Technology and Mechanisation, Faculty of Civil Engineering, UACEG - Bulgaria, Sofia 1164, 1 Hristo Smirnenski Blvd., l.hrischev@abv.bg

служи преди всичко за осигуряване на равнинността на изпълняваните ETICS и не се отчита нейния принос при поемане на ветровите въздействия. Поради тази причина, независимо че са закрепени с лепилна смес към основата, е необходимо топлоизолационните плочи да се дюбелират, съгласно „Европейско ръководство за прилагане на външни топлоизолационни комбинирани системи“ [4].

Недостатъчната осигуреност на ETICS на ветрови въздействия е предпоставка за цялостно компрометиране на фасадните топлоизолационни системи [5, 6], като върху носимоспособността на самите дюбели, влияние оказват редица специфични фактори [7].

Необходимият брой дюбели за осигуряване на ETICS следва да се определя с отчитане на следните параметри: устойчивост на дюбела при издърпване от основата (съпротивление на изтръгване); вид и механични характеристики на топлоизолационния материал (съпротивление на разкъсване); местоположение и разположение на сградата; височина на сградата; форма на сградата.

Механичните скрепителни средства (дюбелите), използвани за външни топлоизолационни комбинирани системи (ETICS), трябва да отговарят на изискванията на EAD 330196-00-0604 [8], като устойчивостта на ETICS, се изчислява за ветровото натоварване в съответствие с БДС EN 1991-1-4 Еврокод 1 Въздействия върху строителните конструкции. Част 1-4 Основни въздействия. Натоварване от вятър [9] и БДС EN 1991-1-4/NA Еврокод 1 Въздействия върху строителните конструкции. Част 1-4: Основни въздействия. Натоварване от вятър. Национално приложение (NA) [10].

В настоящия доклад е представена методика за определяне на необходимия брой механични скрепителни средства (дюбели) за ETICS, с отчитане на ветровите въздействия върху фасадите на сградите и носимоспособността на дюбелите.

2. ОСНОВНИ ЕТАПИ ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НЕОБХОДИМИЯТ БРОЙ ДЮБЕЛИ

За системи оценени съгласно EAD 040083-00-0404 [11], определянето на необходимия брой дюбели за 1 m^2 може да се извърши в следната последователност:

- Определяне на изчислителната стойност на ветровото натоварване съгласно БДС EN 1991-1-4 [3] и БДС EN 1991-1-4/NA [10];

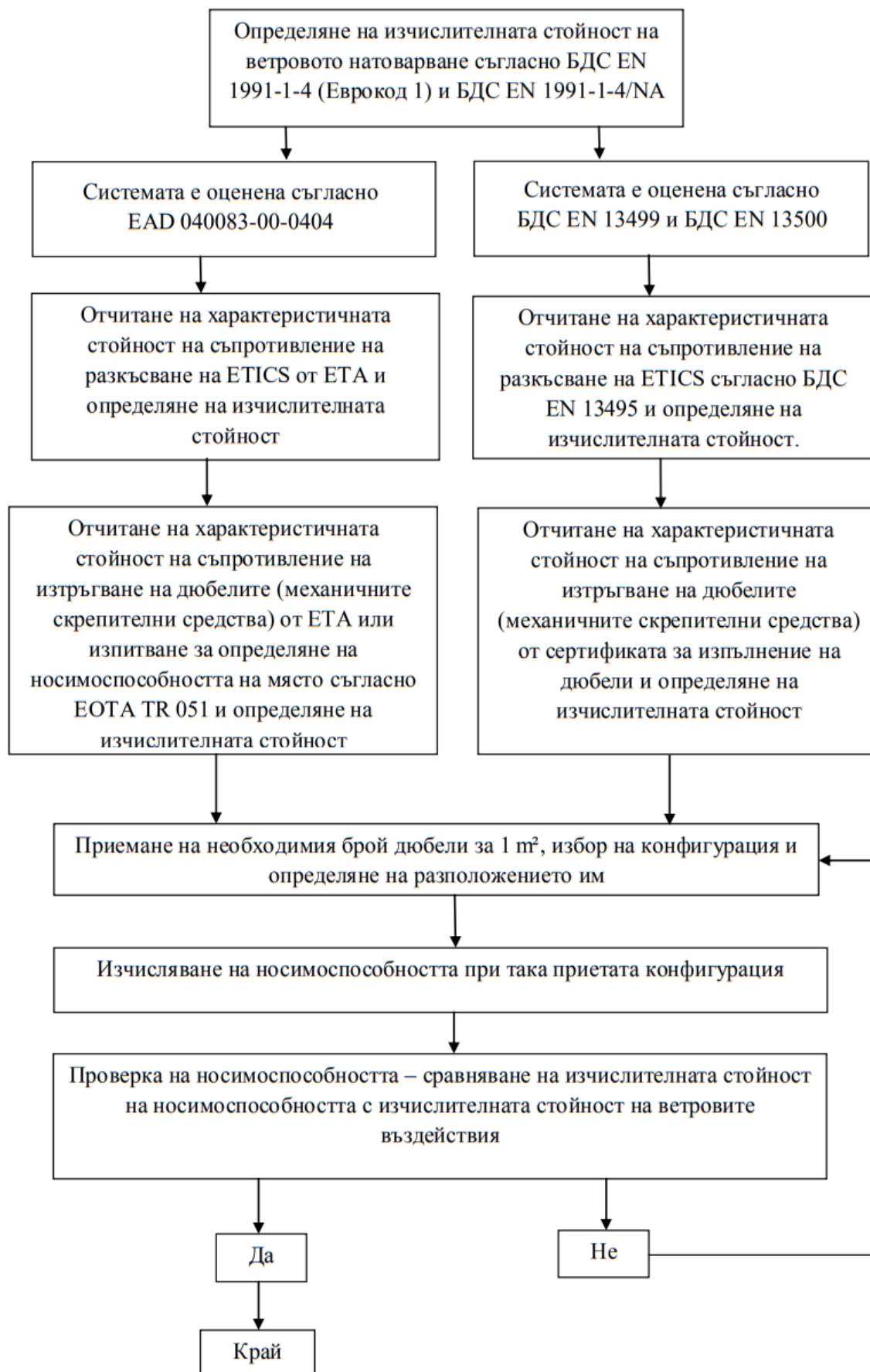
- Анализирание на Европейската техническа оценка (ETA) за съответната ETICS, издадена в съответствие с EAD 040083-00-0404 [11] и отчитане на характеристичната стойност на съпротивлението на разкъсване на топлоизолационния слой. Определяне на изчислителната стойност на съпротивление на разкъсване на топлоизолационния слой;

- Анализирание на Европейската техническа оценка (ETA) за дюбелите, издадена в съответствие с EAD 330196-00-0604 [8] и отчитане на характеристичната стойност на съпротивлението на изтръгване. В случай, че типа на основата се различава от тези, дадени в EAD 330196-00-0604 е необходимо да се извърши изпитване на дюбелите на място, с цел определяне на характеристичната им носимоспособност, съгласно изискванията на EOTA TR 051 [12]. Определяне на изчислителната стойност на съпротивление на изтръгване на механичните скрепителни средства (дюбели);

- Приемане на брой дюбели за 1 m^2 и определяне на тяхната носимоспособност, с отчитане на съпротивлението на разкъсване на топлоизолационния слой и съпротивление им на изтръгване от основата;

- Окончателно определяне на необходимия брой дюбели за 1 m^2 , с отчитане на изчислителната стойност на ветровото натоварване и носимоспособността на дюбелите.

Блок-схема, изобразяваща примерна последователност за изчисляване на необходимия брой дюбели (механични скрепителни средства) при ETICS, оценени съгласно EAD 330196-00-0604 [8] или съгласно БДС EN 13499 [13] и БДС EN 13500 [14] е представена по-долу на фигура 1.



Фигура 1. Блок-схема за изчисляване на необходимия брой дюбели при ETICS

Предвид на факта, че в Република България се прилагат основно ETICS, оценени съгласно EAD 330196-00-0604 [8], представената методика е съобразена именно с този Европейски документ за оценяване. Въпреки това, с цел пълнота на представянето, в блок-схемата са дадени и основните стъпки за изчисляване на необходимия брой дюбели за ETICS, оценени съгласно БДС EN 13499 или БДС EN 13500 (вж. фиг. 1).

3. ПРИМЕРНА ИЗЧИСЛИТЕЛНА МЕТОДИКА

3.1. Изчисляване на ветровото натоварване

Изчисляването на ветровото натоварване се извършва съгласно [9] и [10].

Базовата скорост на вятъра v_b се определя като функция от посоката на вятъра и годишния сезон, на височина $z=10,0$ m над нивото на терена (който е категория „II“), при 10 минутен интервал за осредняване. Отчита се от БДС EN 1991-1-4 [9] и БДС EN 1991-1-4/NA [10] или се задава от Възложителя на проекта.

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0}, \text{ m/s} \quad (1)$$

където: C_{dir} е коефициент, отчитащ посоката на вятъра, C_{season} е коефициент, отчитащ годишния сезон, $v_{b,0}$ е характеристична стойност на основната базова скорост на вятъра.

Средната скорост на вятъра $v_m(z)$ на височина z над нивото на терена зависи от височината на препятствията пред сградата z_0 (грапавостта на терена), от коефициента на орография $c_0(z)$ и базовата скорост на вятъра v_b . Определя се чрез израза:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b, \text{ m/s} \quad (2)$$

където: $c_r(z)$ е коефициент на грапавостта на терена, $c_0(z)$ е коефициент за релефа (или на орографията). Препоръчителна стойност е $c_0(z)=1,0$.

Коефициентът на грапавостта на терена $c_r(z)$ се определя чрез следните зависимости:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0), \text{ когато } z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad (3)$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}), \text{ когато } z < z_{min} \quad (4)$$

където: z е разглежданата височина над нивото на терена, z_0 е параметър на грапавостта или още наречен височината на препятствията пред сградата, в зависимост от категорията на терена, z_{min} е минималната височина на сградата над нивото на терена (отчита се от таблица 1), z_{max} е максималната височина на сградата над нивото на терена (приема се 200m), k_r е коефициент за вида на терена.

Коефициентът за вида на терена k_r зависи от параметъра на грапавостта z_0 и се изчислява чрез израза:

$$k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} \quad (5)$$

където: $z_{0,II}$ е височината на препятствията пред сградата за терен категория II ($z_{0,II} = 0,05$ m), което се отчита от таблица 1 от БДС EN 1991-1-4 [9].

Таблица 1. Категории на терена и параметри на терена по БДС EN 1991-1-4 [9]

Категория на терена		$z_0, \text{ m}$	$z_{min}, \text{ m}$
0	Море или крайбрежни местности към открито море	0,003	1
I	Езера или равнинна хоризонтална местност с пренебрежимо малка растителност и без препятствия	0,01	1

II	Местност с ниска растителност, например трева, и отделни препятствия (дървета, сгради), които са отдалечени на разстояние най-малко 20 пъти височината на препятствието	0,05	2
III	Местност, която е равномерно покрита с растителност или сгради, или с изолирани препятствия, отдалечени на разстояние най-много 20 пъти височината на препятствията (например села, крайградски зони, гори)	0,3	5
IV	Местност, най-малко 15% от повърхността на която е покрита със сгради, чиято средна височина надвишава 15m	1,0	10

Максималната стойност на скоростния напор $q_p(z)$ на вятъра на изчислителна височина z , в която са включени основният напор и кратковременните пориви на вятъра, се определя чрез израза:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z), N/m^2 \quad (6)$$

където: $I_v(z)$ е интензивността на турбулентността, определена за изчислителната височина z , ρ е плътността на вятъра ($\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$), $v_m(z)$ е средната скорост на вятъра, определена за изчислителната височина z .

Интензивност на турбулентността $I_v(z)$, за височина над терена z се определя чрез израза:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_t}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}, \text{ когато } z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad (7)$$

$$I_v(z) = I_v(z_{min}), \text{ когато } z < z_{min} \quad (8)$$

където: k_t е коефициент за турбулентност. Препоръчителна стойност е $k_t = 1,0$.

Основната (базова) стойност за определяне на ветровото налягане q_b , в зависимост от скоростта на вятъра v_b е показана чрез израза:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2, N/m^2 \quad (9)$$

Базовите височини z_e за натоварване от вятър по наветрените стени на сгради с правоъгълно очертание в план зависи от съотношението на страните на сградата в план h/b и винаги са горни граници на различните части на стените. Те са посочени за следните три случая:

- Сграда, чиято височина h е по-малка от b . В този случай трябва да се разглежда като една цяла част (фигура 2);
- Сграда, чиято височина h е по-голяма от b , но по-малка от $2b$. В този случай може да се разглежда като съставена от две части: една долна част, започваща от терена и стигаща до височина, равна на b , и една горна част, обхващаща останалата част от стената (фигура 3);
- Сграда, чиято височина h е по-голяма от b . В този случай може да се разглежда като съставена от няколко части, включващи: една долна част, започваща от терена и стигаща до височина, равна на b , една горна част с височина, равна на b , разположена от върха на сградата надолу, както и един среден участък между горната и долната част, който може да се разделя на хоризонтални ивици, всяка една от които е с височина h_{strip} (фигура 4).



Фигура 2. Базова височина на z_e в зависимост от размерите на h и b и от профила на съответния скоростен напор при $h \leq b$ [9]



Фигура 3. Базова височина на z_e в зависимост от размерите на h и b и от профила на съответния скоростен напор при $b < h \leq 2b$ [9]



Фигура 4. Базова височина на z_e в зависимост от размерите на h и b и от профила на съответния скоростен напор при $h > 2b$ [9]

Натоварването от вятър върху подветрената и страничните стени на сграда с правоъгълно очертание в план (зона А, В, С и Е), се приема за равномерно разпределено. За базова височина z_e при тях се приема височината на сградата.

Налягането от вятъра върху външни повърхности w_e се определя чрез израза:

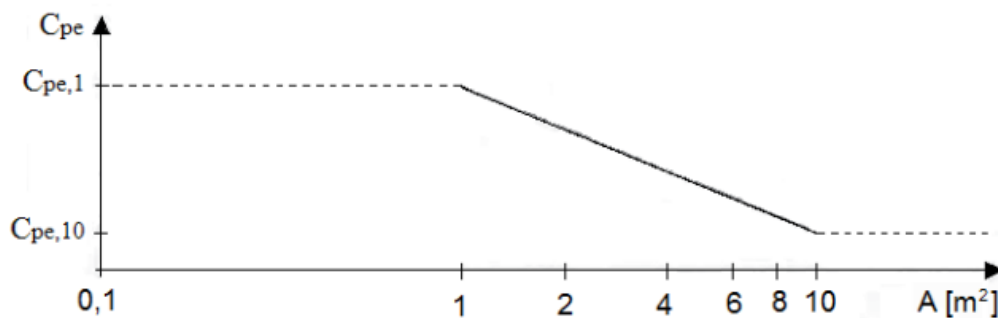
$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} \quad (10)$$

където: $q_p(z_e)$ е максималната (върхова) стойност на налягането на вятъра на височина z_e , z_e е базовата височина за натоварване от вятър по външни повърхности, c_{pe} е коефициентът за ветрово налягане по външни повърхности.

Коефициентите за ветрово налягане c_{pe} по външните повърхности на сградата и техните елементи зависят от натоварената площ А, представляваща площта на конструкцията, която предизвиква въздействие на вятъра в изчисляваното сечение. Стойностите на коефициента c_{pe} са дадени таблично за товарни площи А от 1 m^2 и 10 m^2 .

Стойностите на коефициенти $c_{pe,1}$ са предназначени за изчисляване на малки елементи, с площ до 1 m^2 или по-малки. Предвид сравнително малката площ на отделните топлоизолационни плочи, при определяне на ветровото натоварване е препоръчително да се ползва коефициенти $c_{pe,1}$.

Стойностите на коефициентите $c_{pe,10}$ могат да бъдат използвани при изчисляване на цялостната носеща конструкция на сградата (фигура 5).



Фигура 5. Определяне на коефициента за външно налягане $c_{pe,10}$ при елементи с товарна площ $1 \text{ m}^2 < A < 10 \text{ m}^2$ [9]

За елементи, които имат товарни площи $1 \text{ m}^2 < A < 10 \text{ m}^2$, стойностите на коефициентите c_{pe} се определят от израза:

$$c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \cdot \log_{10} A \quad (11)$$

Стойностите на коефициентите $c_{pe,1}$ и $c_{pe,10}$ в таблица 2 трябва да се използват при ортогонални посоки на вятъра 0° , 90° , 180° . Тези стойности представляват най-неблагоприятните стойности, получени за диапазона от посока на вятъра $\theta = \pm 45^\circ$ от всяка страна на съответната ортогонална посока.

Стойностите на коефициентите за налягане на вятър по вертикални стени $c_{pe,1}$ и $c_{pe,10}$ са посочени в таблица 2, в зависимост от отношението h/d . За междинни стойности на h/d , може да се извършва линейна интерполация. Посочените таблични стойности са приложими за стени на сгради с плоски или с наклонени покриви.

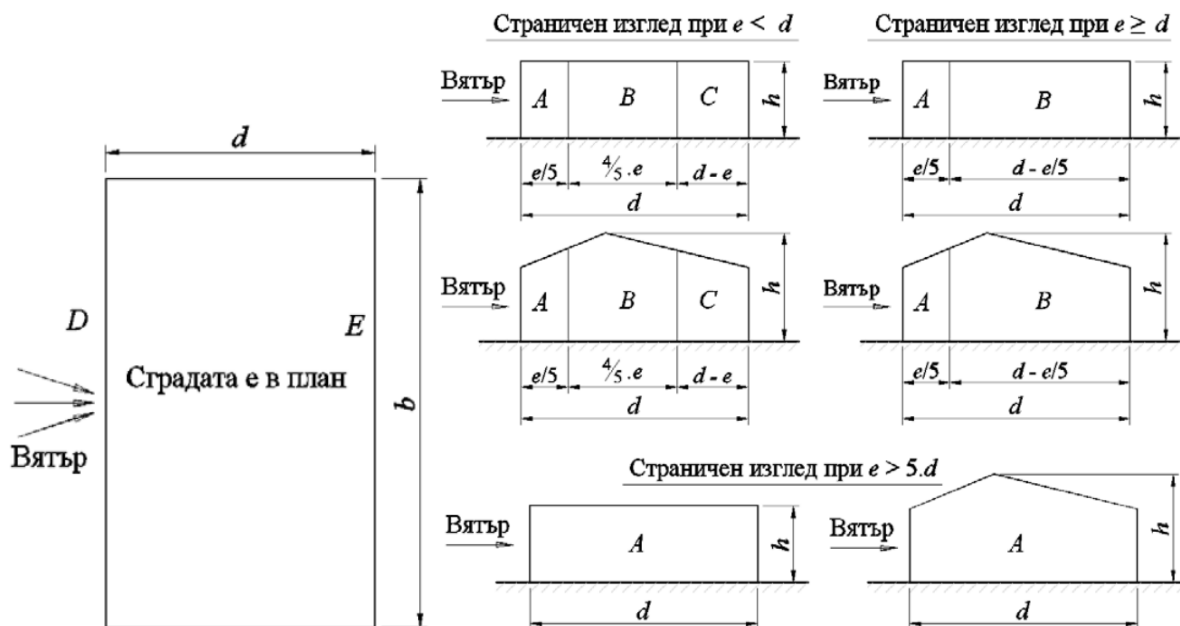
Таблица 2. Стойности на коефициентите за външно налягане $C_{pe,1}$ и $C_{pe,10}$ при сгради с вертикални стени и правоъгълно очертание в план

Зона	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	0,8	1	-0,7	-0,7
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	0,8	1	-0,5	-0,5
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	0,7	1	-0,3	-0,3

На фигура 6 са дадени позициите на отделните зони (A, B, C, D и E), характеризиращи се с различни стойности на ветровото натоварване по вертикалните стени на сградата.

При външно ветрово налягане върху страничните стени, най-голямата стойност на ветровото въздействие (смучене) е в зона „А”. Именно в тази зона, при необходимост, ETICS следва да са допълнително осигурени за поемането на ветровото въздействие (смучене), с използването на по-голям брой дюбели за 1 m².

Също така, когато стените на двете съседни сгради са разположени една срещу друга на разстояние, по-малко от e (ако двете сгради са с различни стойности на e , се избира по-малката стойност), следва да се отчита и така наречения „ефект на комина”, който увеличава скоростта на вятъра и предизвиква в зони А, В и С по-голямо смучене, отколкото в случая на отделно стояща сграда. Указания за определяне на този ефект са дадени в БДС EN 1991-1-4 и при наличие на такива случаи, следва също да се анализират.



Фигура 6. Позициите на зони А, В, С, D и E, характеризиращи се с различни стойности на ветровото натоварване по вертикалните стени на сградата [9]

където: b е размерът на сградата в направление, напречно на посоката на вятъра, h е размерът на сградата във височина, e – по-малко от b или $2h$.

В случаите, когато силата от вятър върху конструкцията на сградата е определена чрез използването на коефициентите на външно налягане C_{pe} , едновременно по наветрената и подветрената страна, може да се наложи да се отчита липсата на корелация между наляганията на вятъра между наветрената и подветрената страна.

Липсата на корелация между наляганията на вятър, между наветрената и подветрената страна може да се разглежда както следва:

- при сгради с $h/d > 5$, резултатната сила се умножава с 1,0;
- при сгради с $h/d = 1$, резултатната сила се умножава с 0,85;
- при сгради с $1 < h/d < 5$, може да се използва линейна интерполация.

Изчислителната стойност на ветровото натоварване (смучене) върху външните повърхности на сградата S_d се определя по формулата:

$$S_d = S_k \cdot \gamma_s = w_e \cdot \gamma_s \quad (12)$$

където: S_d е изчислителната стойност на ветровото натоварване (смучене), S_k (или w_e) е характеристичната стойност на ветровото натоварване, γ_s е коефициент на сигурност за изчислителната стойност на смучене от вятър.

Като се определят стойностите на ветровото натоварване, следва да се анализират всички предпоставки и условия съгласно БДС EN 1991-1-4:2 [9] и БДС EN 1991-1-4/NA [10], съгласно спецификите и местоположението на съответната сграда.

3.2. Определяне на изчислителната стойност на съпротивление на разкъсване на топлоизолационния слой

Издадените Европейски технически оценки (ЕТА) за ETICS, съдържат информация за всички елементи на топлоизолационната система, в това число лепило, топлоизолационен слой, армирана шпакловка и мазилка, дюбели (механични скрепителни средства), спомагателни материали и други. По отношение на топлоизолационния слой са дадени характеристики като обемно тегло, коефициент на топлопроводност, водопопиваемост, паропропускливост, якост на опън перпендикулярно на повърхността, плътност, съпротивлението на разкъсване и други.

С цел определяне на необходимия брой дюбели за 1 m^2 , от ЕТА за съответната ETICS, следва да се отчете характеристичната стойност на съпротивление на разкъсване на топлоизолационния слой. Тази стойност обикновено се декларира от производителя в табличен вид за топлоизолационни пластове с различни дебелини и при използване на различни дюбели (механични скрепителни средства).

В ЕТА са дадени характеристичните стойности на съпротивлението на разкъсване на топлоизолационния слой за дюбел, който не е разположен в свръзката (фугата) между топлоизолационните плочи R_{panel} , както и за дюбел, който е разположен в свръзката (фугата) между топлоизолационните плочи R_{joint} .

Извършва се приемане на необходимия брой дюбели за 1 m^2 . С така приетия брой дюбели се изчислява съпротивлението на разкъсване на топлоизолационния слой за 1 m^2 и съпротивление на изтръгване на дюбелите, също за 1 m^2 .

Изчислителната стойност на съпротивление на разкъсване на топлоизолационния слой за 1 m^2 се определя, по формулата:

$$R_d = (R_{panel} \cdot n_{panel} + R_{joint} \cdot n_{joint}) / \gamma_n \quad (13)$$

където: R_d е изчислителното съпротивление на разкъсване за 1 m^2 ; R_{panel} е съпротивлението на разкъсване на топлоизолационния слой за дюбел, който не е разположен в свръзката (фугата) между топлоизолационните плочи, отчетено от ЕТА; R_{joint} е съпротивлението на разкъсване на топлоизолационния слой за дюбел, който е разположен в свръзката (фугата) между топлоизолационните плочи, отчетено от ЕТА; n_{panel} е брой дюбели на 1 m^2 , които не са разположени във фугата между топлоизолационните плочи; n_{joint} е брой дюбели на 1 m^2 , които са разположени във фугата между топлоизолационните плочи; γ_n е коефициент на сигурност ($\gamma_n = 1,5$ в случай, че в ЕТА не е посочено друго).

3.3. Определяне на изчислителната стойност на съпротивление на изтръгване на дюбелите

Издадените Европейски технически оценки (ЕТА) за дюбелите, съдържат информация за размерите на дюбелите, особеностите на отделните му части, минимални размери, минимална дълбочината на монтаж, характеристична стойност на съпротивлението на изтръгване на дюбела от основата при съответния тип основа (А – бетон, В – плътни тухли, С – решетъчни, или „кухи“ тухли, D – лек бетон, Е – газобетон, F – дървени плоскости) и други. В случай, че основата се различава от тази, посочена в ЕТА е необходимо да се извърши изпитване на дюбелите на място, с цел определяне на характеристичната им носимоспособност, съгласно изискванията на ЕОТА TR 051 [12].

С цел определяне на необходимия брой дюбели за 1 m^2 , от ЕТА за съответните дюбели, следва да се отчете характеристичната стойност на съпротивлението на изтръгване на дюбела от основата. Изчислителната стойност на съпротивлението на изтръгване на дюбелите от основата за 1 m^2 се определя по формулата:

$$N_{Rd} = n_{Anch} \cdot N_{Rk} / \gamma_m \quad (14)$$

където: N_{Rd} е изчислителното съпротивление на изтръгване на дюбелите от основата за 1 m^2 ; n_{Anch} е брой дюбели на 1 m^2 ; N_{Rk} е характеристичното съпротивление на изтръгване на дюбела от основата, отчетено от ЕТА; γ_m е частен коефициент на сигурност ($\gamma_m=2$ в случай, че в ЕТА не е посочено друго).

3.4 Проверка на носимоспособността при така приетия брой дюбели за 1 m^2

Проверката се извършва по формулата:

$$X_d \geq S_d \quad (15)$$

където: X_d е изчислителното съпротивление на дюбелите за 1 m^2 , S_d е изчислителната стойност на ветровото натоварване (смучене).

Изчислителното съпротивление на дюбелите за 1 m^2 X_d е по-малката от двете стойности:

- изчислителното съпротивление на изтръгване на дюбелите от основата за 1 m^2 или
- изчислителното съпротивление на разкъсване на топлоизолационния слой за 1 m^2 :

$$X_d = \min \begin{cases} N_{Rd} \\ R_d \end{cases} \quad (16)$$

4. ИЗВОДИ

Въз основа на извършените анализи могат да бъдат формулирани следните основни изводи, относно осигуряването на ETICS на ветрови въздействия:

- При определянето на стойностите на ветровото натоварване е необходимо да се анализират всички предпоставки и условия, съгласно БДС EN 1991-1-4:2 и БДС EN 1991-1-4/NA, с отчитане на спецификите и местоположението на съответната сграда.

- При определяне на необходимия брой на дюбелите, за тяхното изчислително съпротивление следва да се приема по-малката от двете стойности: изчислителното съпротивление на изтръгване на дюбелите от основата за 1 m^2 или изчислителното съпротивление на разкъсване на топлоизолационния слой за 1 m^2 ;

- Необходимият брой на дюбелите за 1 m^2 следва да се определи за всички зони на фасадата, характеризиращи се с различни стойности на ветровото натоварване;

- Повишено внимание следва да се обръща на периферната (ръбовата) зона „А“, характеризираща се с най-голяма стойност на ветровото въздействие (смучене). Ширината на тази ръбова зона се определя индивидуално за всеки един проект, с отчитане на геометричните размери и спецификата на сградата.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Назърски Д., Стротелни изолации, Св. Наум, 2004.
- [2] Чобанов Пл., Енергийна ефективност в строителството, УАСГ, ISBN 978-954-724-091-9.
- [3] Kazakov K., Yanakieva A., Handruleva A., Stoynova I., Matuski V., Comparative analysis of phased energetic renovation of an office building, situated in Sofia. In Proceedings of the 16th International Symposium of MASE, Ohrid, Macedonia, 1 – 3 October, 2015, pp. 269-274, ISBN 608-4510-24-8.
- [4] ЕАЕ, European guideline for the application of ETICS, 2022.
- [5] <https://dariknews.bg/novini/bylgariia/padna-izolaciiata-na-saniran-blok-v-blagoevgrad-kato-po-chudo-niama-raneni-snimki-2034767> [посетен на 30 юни 2023 г.].
- [6] Lucchini A., E. S. Mazzucchelli, A. Stefanazzi, S. Tattoni, Analysis and control of façade claddings structural issues, TEMA Technologies Engineering Materials Architecture, Vol. 3, No. 1, 2017, pp. 88-100.
- [7] Sulakatko, V., Lill I., Witt E., Methodological framework to assess the significance of External Thermal Insulation Composite System (ETICS) on-site activities. // Energy Procedia, 2016, 96: 446 – 454. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.176>
- [8] EAD 330196-00-0604 Plastic anchors for fixing of external thermal insulation composite systems with rendering, 2016.
- [9] БДС EN 1991-1-4 Еврокод 1 Въздействия върху строителните конструкции. Част 1-4 Основни въздействия. Натоварване от вятър.
- [10] БДС EN 1991-1-4:2005/NA:2011 Еврокод 1: Въздействия върху строителните конструкции. Част 1-4: Основни въздействия. Натоварване от вятър. Национално приложение (NA).
- [11] EAD 040083-00-0404 External thermal insulation composite systems (ETICS) with rendering, 2019.
- [12] EOTA TR 051: 2016-12 recommendations for job site tests of plastic anchors and screws.
- [13] БДС EN 13499:2004 Топлоизолационни продукти за сгради. Външни топлоизолационни комбинирани системи (ETICS) на основата на експандиран полистирен. Изисквания.
- [14] БДС EN 13500:2004 Топлоизолационни продукти за сгради. Външни топлоизолационни комбинирани системи (ETICS) на основата на минерална вата. Изисквания.
- [15] БДС EN 16382:2017 Топлоизолационни продукти за приложение в строителството. Определяне на съпротивлението на изтръгване на дюбел от топлоизолационни продукти.
- [16] БДС EN 13495:2020 Топлоизолационни продукти за приложение в строителството. Определяне на съпротивлението на разкъсване на външни топлоизолационни комбинирани системи (ETICS) (изпитване на блокчета от порест материал).