

# Вікно як будівельний елемент



Теплоізоляція  
Захист від сонця

100-311a

## Impressum

Herausgeber:

VEKA AG

Dieselstraße 8

D-48324 Sendenhorst

Telefon: +49 (0) 2526 29-0

Fax: +49 (0) 2526 29-3710

E-mail: [info@veka.com](mailto:info@veka.com)

Internet: [www.veka.com](http://www.veka.com)

Vorstand:

Andreas Hartleif (Vorsitzender), Dr. Andreas W. Hillebrand (stellvertr. Vorsitzender),  
Bonifatius Eichwald, Elke Hartleif, Dr. Werner Schuler

Vorsitzender des Aufsichtsrates:

Ulrich Weimer

Sitz der Gesellschaft:

Sendenhorst

Handelsregister:

Amtsgericht Münster HRB 8282

Umsatzsteuer-Ident.-Nr.:

DE 123995034

Copyright:

© VEKA AG, Sendenhorst 2015 – alle Rechte vorbehalten

Schutzvermerk:

Die VEKA AG untersagt hiermit die Weitergabe und Vervielfältigung dieses Dokumentes sowie die Verwertung und Mitteilung seines Inhalts, auch auszugsweise, soweit keine ausdrückliche Genehmigung vorliegt. Für Zuwiderhandlungen behält sich die VEKA AG vor, rechtliche Schritte einzuleiten. Die VEKA AG behält sich darüber hinaus alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster oder Geschmacksmustereintragung vor.

Haftungsausschluss:

Die VEKA AG übernimmt keinerlei Gewähr für die Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Haftungsansprüche gegen die VEKA AG, die sich auf Schäden materieller oder ideeller Art beziehen, welche durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen verursacht wurden, sind grundsätzlich ausgeschlossen, sofern seitens der gesetzlichen Vertreter, Angestellten oder Erfüllungsgehilfen der Autoren der VEKA AG kein nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden vorliegt.

100-311a

## Зміст

Захист від сонця .....	1
1 Вступ .....	4
2 Вимоги .....	5
3 Методи та норми розрахунку .....	6
4 Приклади розрахунків .....	12
5 Література.....	15

## 1 Вступ

Захист від літньої спеки допомагає обмежити високу температуру повітря в приміщенні в результаті сонячного випромінювання та високих температур зовнішнього повітря, включаючи типові джерела тепла. Заходами для зниження високих температур у приміщеннях можуть бути посилений повітрообмін у прохолодні нічні години, сонцезахисні пристрої та правильний вибір конструкції будівлі.

На рисунку 1.1 показано схематичне зображення сонцезахисного пристрою для вікон.



Малюнок 1.1: Зображення сонцезахисних пристроїв для вікон [1]

## 2 Вимоги

Вимоги щодо теплового захисту влітку визначені в Постанові про енергозбереження [2] та DIN 4108-2 [3].

Відповідно до розділів 3 і 4 Указу про енергозбереження [2], житлові та нежитлові будівлі повинні бути зведені таким чином, щоб відповідати вимогам захисту від тепла влітку відповідно до DIN 4108-2 [3]. На меті стоїть запобігання використанню енергоємних заходів охолодження за допомогою структурних заходів, наприклад сонцезахисних пристроїв.

Необхідним значенням для захисту від тепла влітку є так звані години перегріву, які розраховуються з перевищення контрольного значення внутрішньої температури, помноженого на тривалість перевищення в годинах. Допустимі значення вимог до градус-годин перевищення температури відрізняються залежно від використання та тривалості. Залежно від типу використання, звичайний час присутності - 24 години на добу в квартирах, з понеділка по п'ятницю з 7:00 ранку до 18:00 вечора в нежитлових будівлях, використовується як час відліку для визначення значення перегріву в годину в градусах.

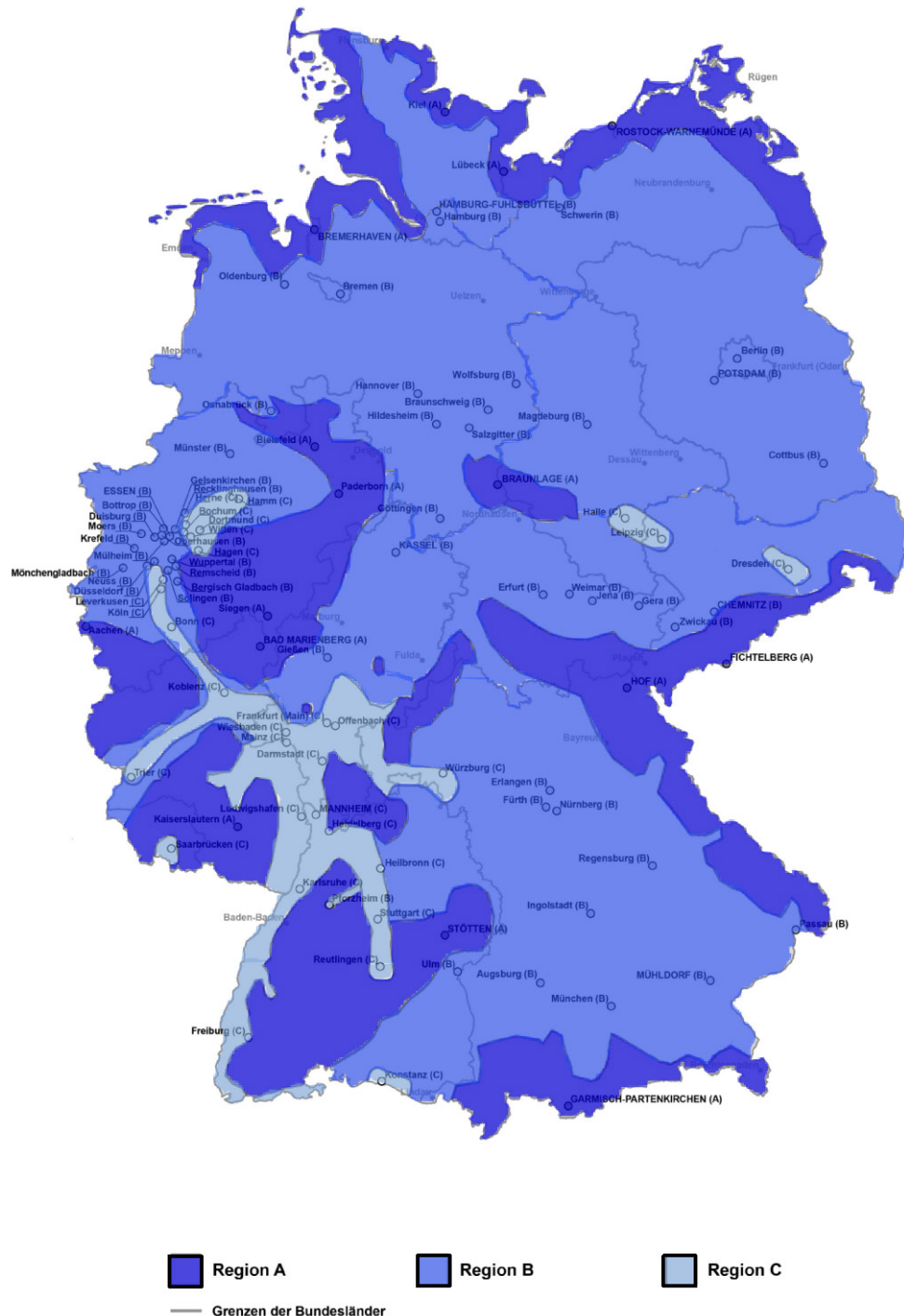
Рівень вимог для різних кліматичних регіонів поділяється відповідно до використання. Для житлових будинків необхідне значення градус-годин перевищення температури становить 1200 Kh/a, а для нежитлових будинків – 500 Kh/a при внутрішніх температурах від 25 C° до 27 C°.

Якщо для житлових будинків передбачені системи охолодження, необхідно передбачити конструктивні заходи для захисту від тепла влітку, оскільки інвестиції в ці конструктивні заходи можна компенсувати протягом їхнього терміну служби за рахунок економії енергії охолодження.

При заміні вікон в існуючих будівлях не потрібні конструктивні заходи з літнього теплового захисту. Тільки у випадку прибудов із суміжною площею понад 50 м<sup>2</sup> необхідно перевіряти дотримання літнього теплового захисту.

### 3 Методи та норми розрахунку

Характеристикою мінімальної вимоги до захисту від літньої спеки згідно з [3] є спрощена процедура зі стандартизованими граничними умовами. Для того, щоб врахувати регіональні відмінності в літніх кліматичних умовах, граничні вимоги диференціюються відповідно до трьох кліматичних регіонів Федеративної Республіки Німеччина. Літні кліматичні регіони А, В і С Федеративної Республіки Німеччина показані на малюнку 3.1.



Малюнок 3.1: Літні кліматичні регіони [3]

Обмеження надходження сонячного тепла проводиться для критичних приміщень на зовнішньому фасаді, які піддаються впливу сонячного випромінювання. Якщо частка площі вікна відносно площі підлоги нижче максимально допустимого значення з таблиці 3.1, перевірка не потрібна.

**Таблиця 3.1: Допустимі значення площі вікон у залежності від площі підлоги, нижче яких можна відмовитися від теплоізоляції влітку [3]**

Нахил вікна до горизонталі	Орієнтація вікон	Частка вікон, пов'язана з площею підлоги $f_{AG}$ [%]
$0 \leq x < 30^\circ$	З півн.сходу-південь-півн. захід	10
	Схід-північний схід-північ	15
$30^\circ \leq x < 90^\circ$	Всі орієнтації	7

При умові, коли житлові будинки або частина будинків житлового призначення, в яких критичне приміщення не перевищує 35% площі вікон, пов'язаної з площею підлоги, та вікна які виходять на схід, південь або захід (включаючи скляну веранду) із пристроями сонцезахисту з коефіцієнтом зниження  $F_C \leq 0,30$  для скління із загальним коефіцієнтом пропускання енергії  $g > 0,40$  або зовнішні сонцезахисні пристрої з коефіцієнтом зниження  $F_C \leq 0,35$  при використанні сонцезахисного скління, то від перевірки можна відмовитися.

Згідно з [3], захист від літньої спеки завжди повинен дотримуватись, причому це залежить від фактору сонячного надходження  $S$  прозорих зовнішніх елементів і типів конструкції. Фактор сонячного надходження залежить від наступних змінних:

- Загальний коефіцієнт пропускання енергії склінням,
- Ефективність сонцезахисного пристрою,
- Відношення площі вікна до площі підлоги кімнати.

Інші фактори, що впливають на максимально допустимий фактор сонячного надходження  $S_{max}$ :

- ефективна теплоакумуюча здатність поверхонь, що охоплюють простір,
- провітрювання, особливо в другій половині ночі,
- орієнтація та нахил вікна,
- внутрішні джерела тепла.

Ці впливи враховуються з додатковими значеннями  $S_x$ , які наведені в таблиці нижче.

Таблиця 3.2: ..... Параметри допустим

Призначення		Пропорційний фактор сонячного надходження $S_x$						
		житловий будинок			нежитлова будівля			
Кліматична область		A	B	C	A	B	C	
$S_1$	Нічне провітрювання/тип конструкції							
	Нічне провітрювання		Тип конструкції					
	без	легке	0,071	0,056	0,041	0,013	0,007	0,000
		середнє	0,080	0,067	0,054	0,020	0,013	0,006
		сильне	0,087	0,074	0,061	0,025	0,018	0,011
	посилене нічне провітрювання с $n \geq 2 \text{ h}^{-1}$	легке	0,098	0,088	0,078	0,071	0,060	0,048
		середнє	0,114	0,103	0,092	0,089	0,081	0,072
		сильне	0,125	0,113	0,101	0,101	0,092	0,083
	інтенсивна нічна вентиляція с $n \geq 5 \text{ h}^{-1}$	легке	0,128	0,117	0,105	0,090	0,082	0,074
середнє		0,160	0,152	0,143	0,135	0,124	0,113	
сильне		0,181	0,171	0,160	0,170	0,158	0,145	

Призначення		Пропорційний фактор сонячного надходження $S_x$	
		житловий будинок	нежитлова будівля
$S_2$	Частка вікон	площ підлоги $f_{WG}$	
		a	0,060
	$S_2 = a - (b \cdot f_{WG})$	b	0,231

Призначення		Пропорційний фактор сонячного надходження $S_x$
$S_3$	Сонцезахисне скло	
	Вікно з сонцезахисним склом $g \leq 0,4$	0,03

Призначення		Пропорційний фактор сонячного надходження $S_x$
$S_4$	Нахил вікна	
	$0^\circ \leq \text{Нахил} \leq 60^\circ$ (навпроти горизонталі)	$-0,035 f_{neig}$

Призначення		Пропорційний фактор сонячного надходження $S_x$
$S_5$	Орієнтація	
	Вікна, орієнтовані на північ, північний схід і північний захід, якщо нахил до горизонталі становить $> 60^\circ$ а також вікна, які постійно затінені самою будівлею	$+0,10 f_{nord}$

Призначення		Пропорційний фактор сонячного надходження $S_x$
$S_6$	Використання пасивного охолодження	
	Тип конструкції	
	легке	0,02
	середнє	0,04
	сильне	0,06

Сума окремих факторів призводить до максимального значення  $S_{\text{доп}}$ , див. рівняння (1).

$$S_{\text{доп}} = \sum S_x \quad (1)$$

Для приміщення або приміщень, що підлягають дослідженню щодо перегріву влітку, значення сонячної енергії  $S$  має бути визначено відповідно до рівняння (2).

$$S = \frac{\sum_j (A_{w,j} \cdot g_{\text{total},j})}{A_G} \quad (2)$$

При цьому,

$A_w$  [  $\text{m}^2$  ] площа вікон,

$g_{\text{total}}$  [-] загальна пропускну здатність скління, включаючи захист від сонця, розрахований за допомогою рівняння,

$A_G$  [  $\text{m}^2$  ] площа приміщення



Загальний коефіцієнт пропускання енергії склінням, включаючи захист від сонця, можна визначити спрощеним способом за допомогою рівняння (3), в якому слід застосовувати коефіцієнти зниження  $F_c$  згідно з таблицями 3.3 і 3.4.

$$g_{\text{total}} = g \cdot F_c \quad (3)$$

При цьому,

$g$  [-] загальна пропускна здатність скління,

$F_c$  [-] коефіцієнт зниження для сонцезахисних пристроїв згідно з табл. 3.3.

**Таблиця 3.3: Орієнтовні значення для коефіцієнтів зниження  $F_c$  стаціонарно встановлених сонцезахисних пристроїв залежно від скляного виробу**

Сонцезахисні пристрої	$F_c$
	$g \leq 0,40$
<b>вз сонцезахисних пристроїв</b>	1,00
<b>середині або між</b>	
білі або сильно відбиваючі поверхні з низькою прозорістю	0,65
світлі кольори або низька прозорість	0,75
темні кольори або більша прозорість	0,90
<b>Зовнішні</b>	
Стовпні, ролети	
Стовпні, ролети $\frac{3}{4}$	0,35
Жалюзі та рафштори, поворотні ламелі	
Жалюзі та рафштори, поворотні ламелі, ламелі встановлені під $45^\circ$	0,30
Жалюзі та рафштори, поворотні ламелі, $10^\circ$ положення ламелі	0,20
Маркізи, паралельно скління	0,30
Навіси, тенти, окремо стоячі ламелі	0,55

**Таблиця 3.4: Довідкові значення коефіцієнтів зниження  $F_c$  стаціонарно встановлених сонцезахисних пристроїв залежно від скляного виробу**

Сонцезахисні пристрої	$F_c$	
	$g > 0,40$	
	двокамерний	однокамерний
<b>вз сонцезахисних пристроїв</b>	1,00	1,00
<b>середині або між</b>		
білі або сильно відбиваючі поверхні з низькою прозорістю	0,70	0,65
світлі кольори або низька прозорість	0,80	0,75
темні кольори або більша прозорість	0,90	0,85
<b>Зовнішні</b>		
Стовпні, ролети		
Стовпні, ролети $\frac{3}{4}$	0,30	0,30
Жалюзі та рафштори, поворотні ламелі		
Жалюзі та рафштори, поворотні ламелі, ламелі встановлені під $45^\circ$	0,25	0,25
Жалюзі та рафштори, поворотні ламелі, $10^\circ$ положення ламелі	0,15	0,15
Маркізи, паралельно скління	0,25	0,25
Навіси, тенти, окремо стоячі ламелі	0,50	0,50

Захист від літньої спеки вважається виконаним, якщо визначений фактор сонячного надходження  $S$  не перевищує максимально допустиме значення  $S_{zul}$  згідно з рівнянням (4)

$$S \leq S_{zul} \quad (4)$$

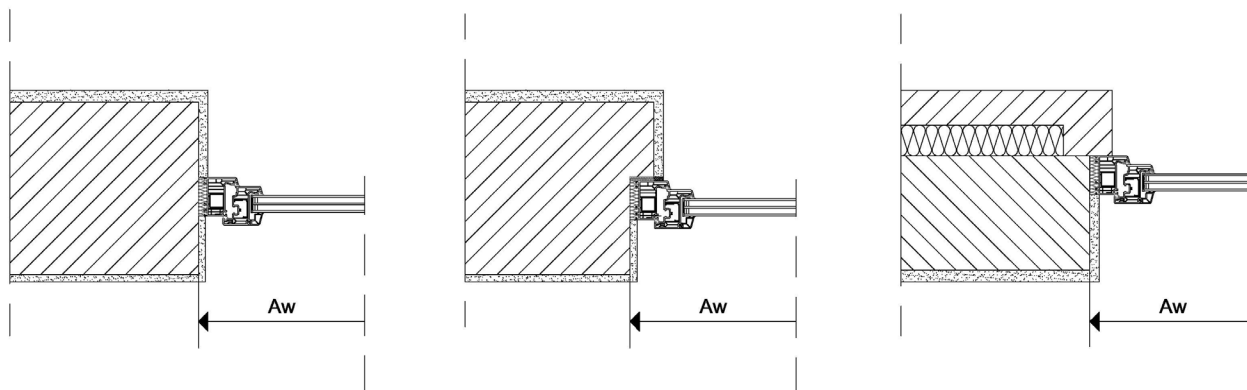
Перевірка захисту від тепла влітку для критичних приміщень здійснюється шляхом регулювання загального коефіцієнта пропускання енергії  $g$  та сонцезахисних пристроїв, які будуть використовуватися, а отже, і коефіцієнтів зниження  $F_c$ .

Пристрої, перелічені в таблиці вище, є фіксованими сонцезахисними пристроями (звичайні декоративні штори не вважаються сонцезахисними пристроями).

Для сонцезахисних пристроїв, розташованих всередині або між склом, рекомендується точне визначення коефіцієнта зменшення  $F_c$ .

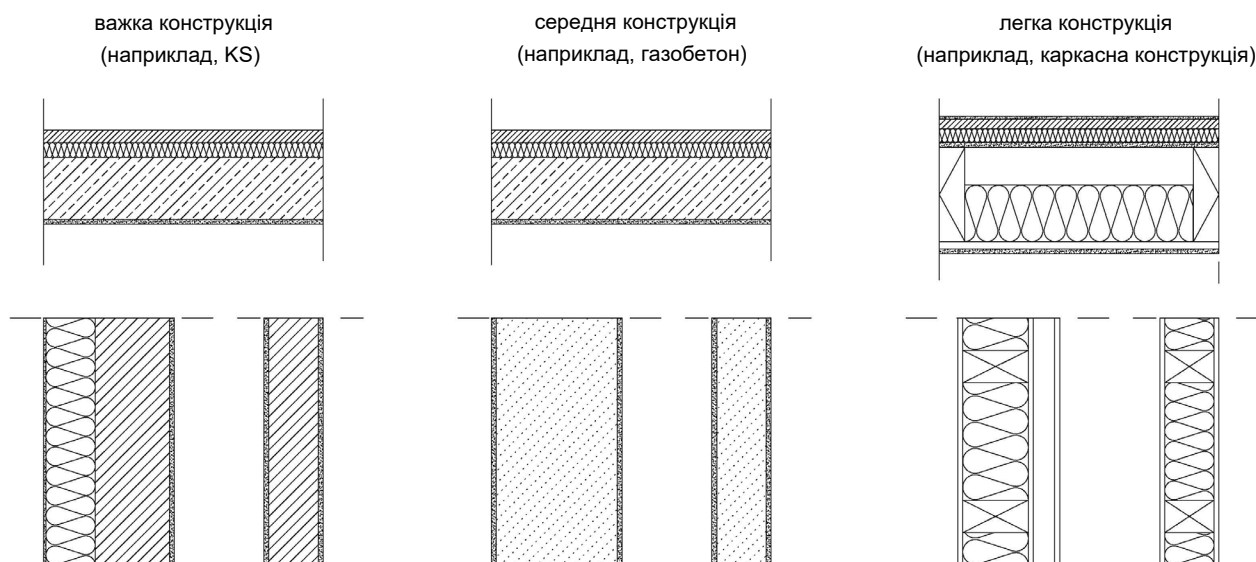
Низька прозорість сонцезахисного пристрою коли становить менше 15%. У разі зовнішніх заходів захисту від сонця необхідно стежити, щоб на вікна не потрапляли прямі сонячні промені. Більше інформації про необхідний кут охоплення залежно від орієнтації вікна можна знайти в [3].

Площі вікон розраховуються за розмірами світлого прорізу. Специфікацію можна знайти на малюнку 3.2.



**Малюнок 3.2:** Визначення конструктивних розмірів для віконних прорізів (стик, двохарова кладка, з четвертю)  $A_w$  = площа вікна [3]

Для визначення типу можна використати малюнок 3.3 у спрощеному вигляді. Однак необхідно переконаватися, що у випадку конструкції середнього розміру тверді внутрішні та зовнішні компоненти мають середню об'ємну щільність 600 кг/м<sup>3</sup>, пропорційну поверхні, і що на зовнішніх компонентах немає внутрішньої теплоізоляції. У випадку важкої конструкції міцні внутрішні та зовнішні компоненти повинні мати середню щільність 1600 кг/м<sup>3</sup>. Підхід спрощеної перевірки проекту також застосовується лише до приміщень з максимальною висотою 4,5 м, при цьому використання підвісних або термоактивних стель не допускається.



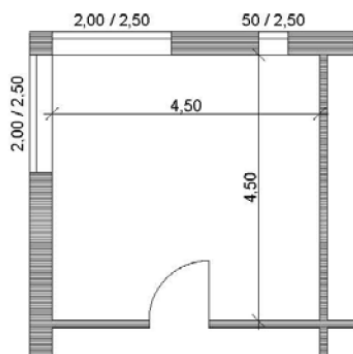
**Малюнок 3.3:** Представлення різних конструкцій [4]

#### 4 Приклади розрахунків

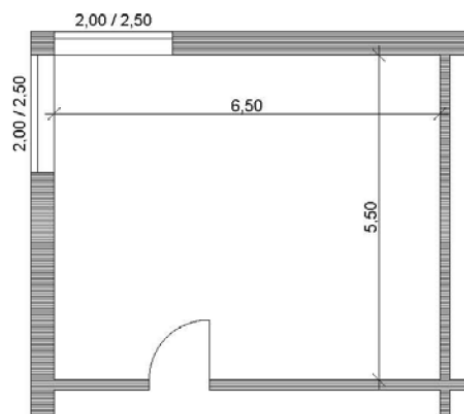
Щоб проілюструвати послідовність розрахунків, у наступному розділі виконуються перевірки літньої теплоізоляції для двох приміщень офісної будівлі без вікон, що виходять на північ.

Кімнати для оцінки мають наступні розміри, показані на рисунку 4.1.

Кімната А:



Кімната В:



Малюнок 4.1: Зазначені кімнати для прикладу розрахунку

$$S = \frac{\sum_j (A_{w,j} \cdot g_{total,j})}{A_G} = \frac{A_{w,1} g_{total,1} + A_{w,2} g_{total,2} + A_{w,3} g_{total,x}}{A_G}$$

Граничні умови:

Всі вікна  $g = 0,58$

без сонцезахисту  $F_c = 1$

Приміщення А

$$S_A = \frac{(2 \cdot 2,5 \cdot 0,58) + (2 \cdot 2,5 \cdot 0,58) + (0,5 \cdot 2,5 \cdot 0,58)}{4,5 \cdot 4,5} = \frac{2,9 + 2,9 + 0,725}{20,25} = 0,322$$

Приміщення В

$$S_B = \frac{(2 \cdot 2,5 \cdot 0,58) + (2 \cdot 2,5 \cdot 0,58)}{6,5 \cdot 5,5} = \frac{10 \cdot 0,58}{35,75} = 0,162$$

Критичний простір – це простір у будівлі з найвищим фактором сонячного надходження  $S$ . У прикладі це приміщення А з  $S = 0,322$ .

DIN 4108-2 вимагає  $S \leq S_{\text{доп}}$

Максимально допустимий фактор сонячного надходження впливає з наступного рівняння:

$$S_{\text{доп}} = S_{x,1} + S_{x,2} + S_{x,3} + S_{x,4} + S_{x,5} + S_{x,6}$$

Будівля має бути зведена в Касселі, що відповідає кліматичному регіону В. Значення сонячної енергії типу визначається, з одного боку, ефективною теплоємністю для приміщення, яке розглядається, і призначається типу (легкий, середній і важкого типу), з іншого боку, порівняними площами зовнішніх стін, пов'язаними з чистою площею підлоги.

Для розрахунку значення фактору сонячного надходження для цього прикладу передбачається будівля середнього розміру з посиленою нічною вентиляцією, d.h.:

$$S_{x,1} = 0,081$$

Щоб врахувати пропорцію площі вікон, пов'язану з площею підлоги  $f_{WG}$ , відповідний пропорційний фактор сонячного надходження виглядає наступним чином:

$$S_{x,2} = a - (b \cdot f_{WG})$$

При цьому:

$$f_{WG} = A_w / A_G = \frac{(2 \cdot 2,5 + 2 \cdot 2,5 + 0,5 \cdot 2,5)}{20,25} = \frac{11,5}{20,25} = 0,555$$

$A_w$  = площа вікна

$A_G$  = чиста площа підлоги

З коефіцієнтами згідно з таблицею 3.4, пропорційне значення сонячного випромінювання для частки вікон, пов'язаної з площею підлоги:

$$S_{x,2} = a - (b \cdot f_{WG}) = 0,030 - (0,115 \cdot 0,555) = - 0,0338$$

$$S_{x,3} = 0,02 \text{ (для легких та середніх конструкцій)}$$

Оскільки сонцезахисне скління не передбачене, нахил вікна до горизонталі становить  $90^\circ$  (не менше  $60^\circ$ ) і відсутні вікна, що виходять на північ, інші параметри проникнення сонця  $S_{x,3}$ ,  $S_{x,4}$  und  $S_{x,5}$  встановлюють на 0. Через середню конструкцію, пропорційна сонячна характеристика пасивного охолодження  $S_{x,3} = 0,04$ .

$$S_{\text{доп}} = S_{x,1} + S_{x,2} + S_{x,3} + S_{x,4} + S_{x,5} + S_{x,6}$$

$$S_{\text{доп}} = 0,081 + (-0,00338) + 0 + 0 + 0 + 0,04$$

$$S_{\text{доп}} = 0,0872$$

Як уже було розраховано вище, фактор сонячного надходження  $S$  для критичної області:

$$S = 0,322$$

$S > S_{\text{доп}} \rightarrow$  Захист від літньої спеки без сонцезахисного пристрою не виконується!

Для того, щоб забезпечити захист від літньої спеки, можна визначити сонцезахисний пристрій шляхом зворотного розрахунку коефіцієнта зниження  $F_c$ , який застосовують при перевірці захисту від літньої спеки. Це показано на прикладі нижче.

Необхідно:

$$S \leq S_{\text{доп}}$$

3

$$S = \frac{\sum_j (A_{w,j} \cdot g_{\text{total},j})}{A_G} = \frac{A_{w,1} \cdot g_{\text{total},1} + A_{w,2} \cdot g_{\text{total},2} + A_{w,3} \cdot g_{\text{total},x}}{A_G}$$

3

Всі вікна  $g = 0,58$   
 коефіцієнт зниження  $F_c = ?$  (невідомо)

$$S = \frac{(2 \cdot 2,5 \cdot 0,58 \cdot F_c) + (2 \cdot 2,5 \cdot 0,58 \cdot F_c) + (0,5 \cdot 2,5 \cdot 0,58 \cdot F_c)}{4,5 \cdot 4,5} \leq 0,0872 = S_{\text{доп}}$$

$$S = \frac{(2,9 \cdot F_c) + (2,9 \cdot F_c) + (0,725 \cdot F_c)}{20,25} \leq 0,0872 = S_{\text{доп}}$$

$$S = \frac{F_c \cdot (2,9 + 2,9 + 0,725)}{20,25} \leq 0,0872 = S_{\text{доп}}$$

$$S = \frac{F_c \cdot 6,525}{20,25} \leq 0,0872 = S_{\text{доп}}$$

$$S = F_c \leq 0,271 = S_{\text{доп}}$$

$$F_c \leq 0,271$$

Коефіцієнт зниження  $F_c \leq 0,271$  повинен бути обраний для того, щоб відповідати вимогам захисту від літньої спеки. Відповідно до таблиці 3.3 значення відповідає, зовнішнім жалюзі та жалюзі з обертовими ламелями зі значенням  $F_c$  (див. рядок 3.2.1).

## 5 Література

- [1] ift-Rosenheim Фото-архів: [http://www.ift-rosenheim.de/presse\\_bildarchiv.php](http://www.ift-rosenheim.de/presse_bildarchiv.php)
- [2] Постанова про внесення змін до Постанови про енергозбереження (EnEV) vom 18. November 2014 (EnEV 2014) Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013, Teil 1, Nr. 67: Seite 3951-3990.
- [3] DIN 4108-2:2013-02, Теплоізоляція та енергозбереження в будівлях - Частина 2: Мінімальні вимоги до теплоізоляції.
- [4] Maas, A.: Лекція «Основи будівництва» - будівельна фізика: Доповідь про літній тепловий захист. Кассельський університет (2008).