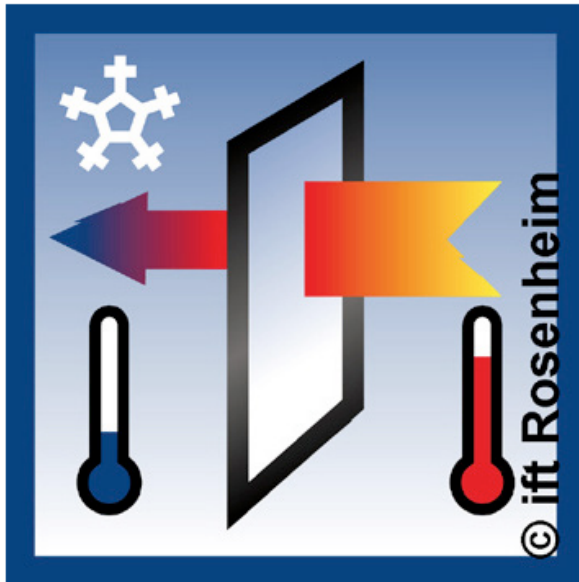


Вікно як будівельний елемент



Теплоізоляція

100-310a

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

Internet: 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.

100-310a

Зміст

Теплоізоляція.....	1
1 Вступ	4
2 Вимоги	5
2.1 Визначення	5
2.2 Вимоги	6
3 Методи вимірювання та стандарти випробувань.....	11
4 Методи розрахунку та норми розрахунку	12
5 Методи розрахунків	15
5.1 Табличний метод	15
5.2 Метод згідно DIN EN ISO 10077-1	16
6 Інтерпретація десяткового знака U_W -Wert	17
7 Література.....	18

1 Вступ

Теплоізоляція будинку взимку описує втрати тепла через вікно. Вимоги визначені мінімальним тепловим захистом 4108-2 [3], що забезпечує достатню температуру поверхні вікна. Постановою про енергозбереження [1].

На малюнку 1.1 показано втрати тепла через вікно.

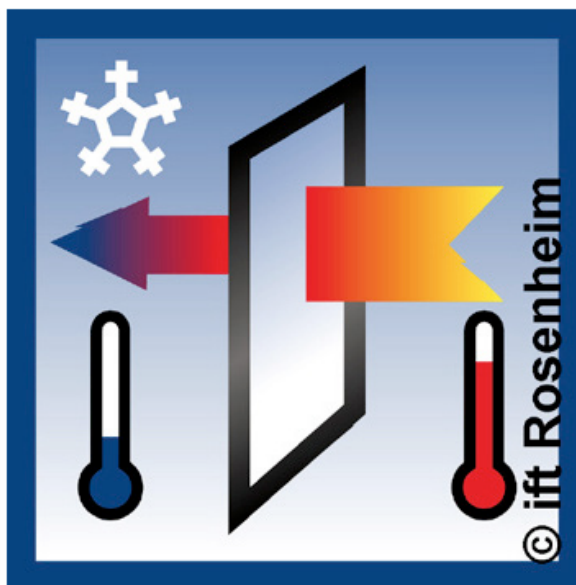


Рисунок 1.1: Зображення теплоізоляції вікон [2]

2 Вимоги

2.1 Визначення

Коефіцієнт теплопередачі, позначений символом U , різними індексами для розрізнення. Для вікон, дверей і ролет використовуються наступні індекси:

- U_W [Вт/(м²·К)] Коефіцієнт теплопередачі вікна [Вт/(м²·К)]
- U_f Коефіцієнт теплопередачі рами [Вт/(м²·К)]
- U_g Коефіцієнт теплопередачі склопакет [Вт/(м²·К)]
- U_D Коефіцієнт теплопередачі дверей
- U_{cw} [Вт/(м²·К)] Коефіцієнт теплопередачі фасада
- U_p [Вт/(м²·К)] Коефіцієнт теплопередачі заповнення ()
- U_{sb} [Вт/(м²·К)] Коефіцієнт теплопередачі ролетного коробу
- Ψ_g [Вт/(м·К)] лінійний коефіцієнт теплопередачі склопакета
- Ψ_p [Вт/(м·К)] лінійний коефіцієнт теплопередачі заповнення ()
- $\Psi_{Sprosse}$ [Вт/(м·К)] лінійний коефіцієнт теплопередачі шпросів

Окремі індекси мають значення, наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1: Значення індексів

Індекси	Значення	Переклад
W	window	вікно
f	frame	рама
g	glas	склопакет
D	door	двер
cw	curtain wall	фасад
p	paneel	заповнення ()
sb	shutter box	ролети

2.2 Вимоги

Вимоги до вікон, дверей і ролет визначені в § 5.1.1.1 мінімальної теплоізоляції в DIN 4108-2 [3] та в § 5.1.1.2 енергозберігаючої теплоізоляції в Постанові про енергозбереження. Крім того, в § 5.1.1.3 інші рекомендації, такі як придатність пасивного будинку, описані в § 5.1.1.4 ENVA-15/2 «Відповідність вікон, дверей і фасадів пасивному будинку» [4].

Мінімальний тепловий захист вікон, дверей і ролет визначено в DIN 4108-2 [3], згідно з яким для зовнішніх вікон і дверей в опалювальних приміщеннях необхідне принаймні ізоляційне або подвійне скління. Температурний фактор $f_{Rsi} \geq 0,70$ повинен бути дотриманий на границях між коробом ролет і конструкцією, а також на границях між коробом ролет і верхнім профілем рами.

Постанова про енергозбереження [1] розрізняє житлові та нежитлові будівлі. § 3 абзац 2 говорить про те, що для житлових будинків повинні бути дотримані максимальні значення питомих втрат при передачі, пов'язані з огорожувальною площею. Для нежитлових будинків повинні дотримуватися максимальні значення середніх коефіцієнтів теплопередачі теплообмінної навколишньої території згідно з § 4 абзац 2.

Для вікон і дверей це означає відсутність індивідуальних вимог до компонентів житлових будинків. Навпаки, вся теплопередаюча оболонка повинна в середньому відповідати максимальним значенням питомих тепловтрат при передачі, див. табл. 2.2.

Таблиця 2.2: Максимальні значення питомих втрат при передачі тепла, що відносяться до теплообмінної огорожувальної площі за EnEV [1]

Лінія	Тип будівлі	Максимальні питомі втрати тепла	
1	Окремий житловий будинок	mit $A_N \leq 350 \text{ m}^2$	$H'_T = 0,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		mit $A_N > 350 \text{ m}^2$	$H'_T = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
2	Житловий будинок односторонній	$H'_T = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
3	Всі інші житлові будинки	$H'_T = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
4	Розширення та переобладнання житлових будинків згідно з § 9 абзац 5	$H'_T = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

З іншого боку, у випадку нежитлових будівель існують особливі вимоги до прозорих, тобто вікон і дверей, див. Таблицю 2.3. Тут також розрізняють цільові кімнатні температури.

Таблиця 2.3: Граничні значення коефіцієнтів теплопередачі теплообмінної огорожувальної поверхні нежитлових будівель згідно EnEV [1]

Компонент/система	Рівень вимог	Еталонне виконання/значення (одиниця вимірювання)	
		Кімнатні температури під час опалення $\geq 19^{\circ}\text{C}$	Кімнатні температури під час опалення від 12 до $< 19^{\circ}\text{C}$
Зовнішні елементи, якщо вони не включені до рядків 3 і 4	згідно EnEV 2009	$U = 0,35 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$	$U = 0,50 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$
	для нових будівельних проектів до 31.12.2015	$U = 0,35 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$	
	для нових будівельних проектів з 01.01.2016	$U = 0,28 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$	
Прозорі зовнішні елементи, якщо вони не включені до рядків 3 і 4	згідно EnEV 2009	$U = 1,9 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$	$U = 2,8 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$
	для нових будівельних проектів до 31.12.2015	$U = 1,9 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$	
	для нових будівельних проектів з 01.01.2016	$U = 1,5 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$	
Навісний фасад	згідно EnEV 2009	$U = 1,9 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$	$U = 3,0 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$
	для нових будівельних проектів до 31.12.2015	$U = 1,9 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$	
	для нових будівельних проектів з 01.01.2016	$U = 1,5 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$	
Скляні дахи, л	згідно EnEV 2009	$U = 3,1 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$	$U = 3,1 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$
	для нових будівельних проектів до 31.12.2015	$U = 3,1 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$	
	для нових будівельних проектів з 01.01.2016	$U = 2,5 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$	

Відповідно до § 9 Указу про енергозбереження [1], зазначені коефіцієнти теплопередачі відповідних не повинні перевищуватися у разі змін, розширень і прибудов будівель.

Вимоги до вікон і дверей наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4: Максимальні значення коефіцієнтів теплопередачі при першій установці, заміні та поновленні комплектуючих EnEV [1]

лемент	Житлові будинки та зони нежитлових будівель з внутрішніми температурами $\geq 19\text{ °C}$	Зони нежитлових будівель з температурою в приміщеннях від 12 до $< 19\text{ °C}$
	Максимальні показники теплопередачі U_{\max} ¹⁾	
Вікна, французькі двері	1,3 W/(m ² ·K)	1,9 W/(m ² ·K)
Мансардні вікна	1,4 W/(m ² ·K)	1,9 W/(m ² ·K)
Скління	1,1 W/(m ² ·K)	немає вимоги
Навісні фасади	1,5 W/(m ² ·K)	1,9 W/(m ² ·K)
Скляні дахи	2,0 W/(m ² ·K)	2,7 W/(m ² ·K)
Вікна, французькі двері, мансардні вікна зі спеціальним склінням	2,0 W/(m ² ·K)	2,8 W/(m ² ·K)
Спеціальне скління	1,6 W/(m ² ·K)	немає вимоги
Навісні стіни зі спеціальним склінням	2,3 W/(m ² ·K)	3,0 W/(m ² ·K)

Якщо допустима річна первинна потреба в енергії контрольної будівлі та максимальні значення питомих втрат тепла у випадку житлових будинків і річна первинна $\dot{Q}_{p,prim}$ в енергії контрольної будівлі у випадку нежитлових будівель не перевищують максимальних значень середнього коефіцієнта теплопередачі більше 40%, вимоги також вважаються дотриманими.

Однак ці вимоги повинні бути виконані лише в тому випадку, якщо змінено більше ніж 10% загальної площі відповідного A_{gl} , а розширення має $A_{ext} \geq 10\%$ і є $A_{ext} \geq 10\%$ згідно з EnEV [1]).

При будівництві пасивних будинків не визначено конкретних вимог будівельних норм. Навпаки, програми субсидій банківської групи KfW надають пільгові кредити на будівництво пасивних будинків. Річна потреба в опаленні та річна потреба в первинній енергії повинні бути обмежені.

Настанова ift WA-15/2 «Придатність вікон, дверей і фасадів для пасивного будинку» [4] пропонує критерії для вибору та оцінки відповідних вікон і дверей, оскільки тут також враховується зручність використання.

У Настанові вікна та двері повинні відповідати таким вимогам $\dot{Q}_{p,prim}$ будинку:

- Коефіцієнт теплопередачі одноствулкового вікна максимальний $U_w \leq 0,80 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ при склінні $U_g = 0,70 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$
- Коефіцієнт теплопередачі $U_{w,Einbau}$ встановлення має відповідати вимогам $U_{w,Einbau} \leq 0,85 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ з урахуванням ситуації встановлення
- При використанні скління з $U_g < 0,70 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ середній температурний коефіцієнт на профілі рами повин бути $f_{0,13} \geq 0,88$

- Коефіцієнт теплопередачі повинен відповідати вимогам $U_{W, Einbau} \leq 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ враховуючи ситуацію встановлення
- Температурний фактор $f_{Rsi} \geq 0,73$ повинен бути дотриманий для області ущільнення краю скла або області панелі
- Вимога поширюється на температурний фактор для з'єднання конструкції $f_{Rsi} \geq 0,73$
- Коефіцієнт теплопередачі зовнішніх дверей при встановленні становить максимум $U_{D, Einbau} \leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ зі склінням з $U_g = 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Для забезпечення зручності використання вікон визначаються такі додаткові вимоги:

- Тест на повітропроникність згідно DIN EN 1026 [5] і класифікація згідно DIN EN 12207 [6]. Мінімальна вимога: клас 4 і об'єм повітря $Q_{100} \leq 2,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$
- Випробування на во непроникність згідно DIN EN 1027 [7] і класифікація згідно DIN EN 12208 [8]. Мінімальна вимога: Клас 7A (300 Па)
- Випробування на ударостійкість і класифікація відповідно до DIN EN 13049 [9], мінімальна вимога: Клас 1 (200)
- Випробування на стійкість до вітрового навантаження згідно з DIN EN 12211 [10] і відповідність вимогам згідно з DIN EN 12210 [11] залежно від статичних вимог, але принаймні клас 2, максимально допустимий прогин: клас B (L/200)

Для дверей:

- Випробування на повітропроникність відповідно до DIN EN 1026 [5] і класифікація відповідно до DIN EN 12207 [6]. Мінімальні вимоги: клас 2;
- Випробування на во непроникність згідно DIN EN 1027 [7] і класифікація згідно DIN EN 12208 [8]. Мінімальні вимоги: клас 3A (100 Па);
- Випробування на стійкість до вітрового навантаження згідно DIN EN 12211 [10] та відповідність вимогам DIN EN 12210 [11] залежно від статичних вимог, клас 2, максимально допустимий прогин: клас B (L/200)
- Випробування на ударостійкість і класифікація відповідно до DIN EN 13049 [9]. Мінімальні вимоги: клас 1 (200);
- Тестування поведінки в двох різних кліматичних умовах:
 - Зовнішні двері з гігроскопічних матеріалів (наприклад, зовнішні двері з дерева або матеріалів на основі деревини): клімат c, d і e відповідно до DIN EN 1121 [12],
 - Зовнішні двері з негігроскопічних матеріалів: клімат d і e згідно DIN EN 1121 [12]
 - Класифікація відповідно до DIN EN 12219 [13]: клас 2,
 - Деформація, визначена під час кліматичного випробування, повинна бути відновлена при випробуванні на повітропроникність» [4]

Під час встановлення розширювач повинні відповідати вимогам будівельних норм. Наприклад, $f_{Rsi} \geq 0,7$, $R \geq 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. При визначенні f_{Rsi} 50% площі, тепловий опір $R \geq 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. При визначенні монтажну коробів також необхідно існуюч монтажну коробів також необхідно існуюч температурний коефіцієнт $f_{Rsi} \geq 0,7$.

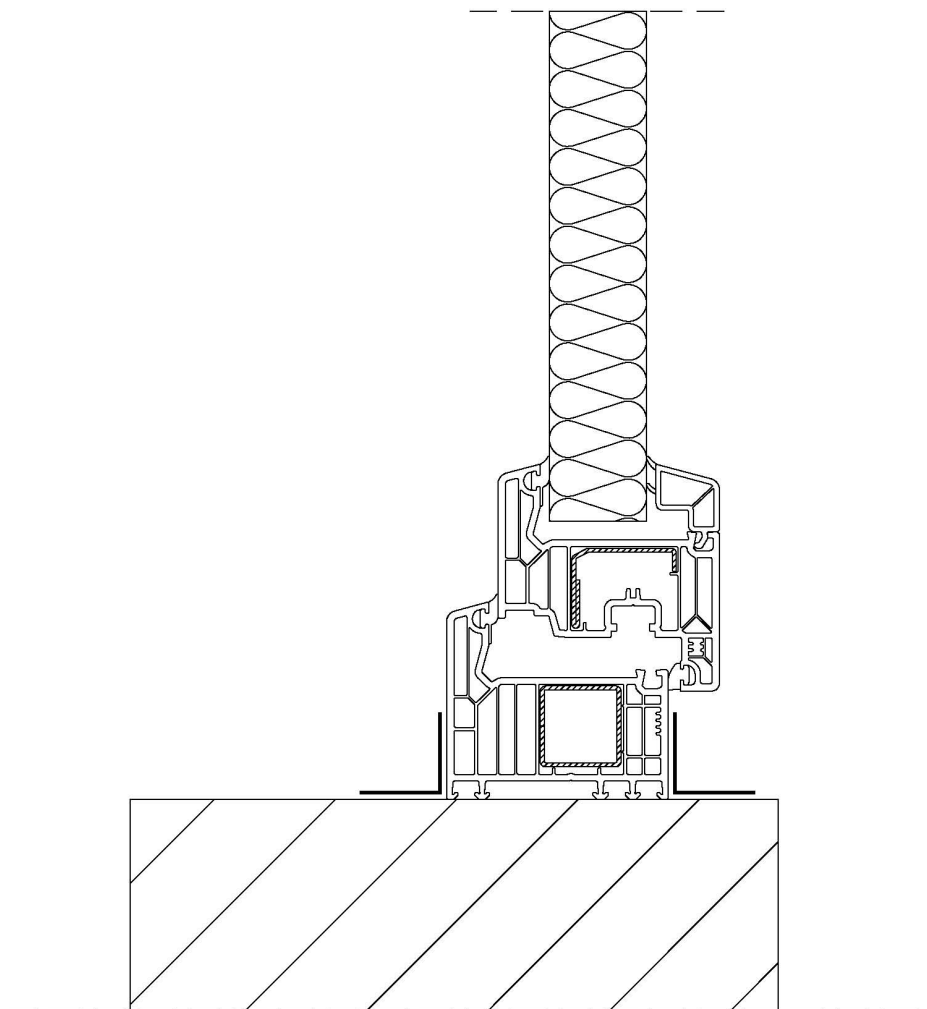
При перевірці відповідно до EN 12566 [1] розширювач, наприклад, у зоні кріплень, через ефект теплового містка. Тут важливий тип перевірки. Якщо фіксованою надбавкою $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ додаткові вимоги до конструкції в зоні не застосовуються. У разі перевірки з фіксованою надбавкою $0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ повинні бути спроектовані відповідно до специфікацій Доповнення 2 DIN EN 12566-2. Якщо проект відрізняється від описаного в даному аркуші, енергетичну еквівалентність необхідно перевірити за допомогою розрахунків теплового мосту.

3 Методи вимірювання та стандарти випробувань

Коефіцієнти теплопередачі рам вікон, дверей і ролет визначаються відповідно до DIN EN ISO 12567-1 [14] для вікон і дверей, відповідно до DIN EN 12412-2 [15] для вікон і дверей, відповідно до DIN EN 12412-4 [16] для ролет. Вимірювання для вікон в основному до DIN EN 12412-2 [15]. Тут досліджуваний зразок встановлюється охолоджуванім і опалювальним приміщенням. Під час охолодженій камері становить 1 °С, а в нагрітій камері 21 °С. Таким чином, необхідна теплова енергія пролітає лише через тестовий зразок. Під час вимірювання скління замінюється ізоляційним матеріалом із відомою теплопровідністю.

Тепловий потік у зоні краю визначається окремо залежним від довжини коефіцієнтом теплопередачі Ψ . Таким чином можна виправити поправки через збільшення втрат тепла в зоні краю.

Розташування зразка схематично показано на рисунку 3.1.



Малюнок 3.1: Розташування датчиків температури та швидкості повітря [15]

4 Методи розрахунку та норми розрахунку

Коефіцієнт теплопередачі вікон і дверей розраховується відповідно до DIN EN ISO 10077-1 [17]. Коефіцієнт теплопередачі U_w вікна визначається за допомогою наступного рівняння:

$$U_w = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum I_g \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

При цьому

U_g [Вт/(м²·К)] Коефіцієнт теплопередачі склопакета,

U_f [Вт/(м²·К)] Коефіцієнт теплопередачі рами,

Ψ_g [Вт/(м·К)] лінійний коефіцієнт теплопроникності склопакета

При використанні непрозорих заповнювачів скління U_w розраховується за таким рівнянням:

$$U_w = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_f U_f + \sum I_g \Psi_g + \sum I_p \Psi_p}{\sum A_g + \sum A_p + \sum A_f}$$

При цьому

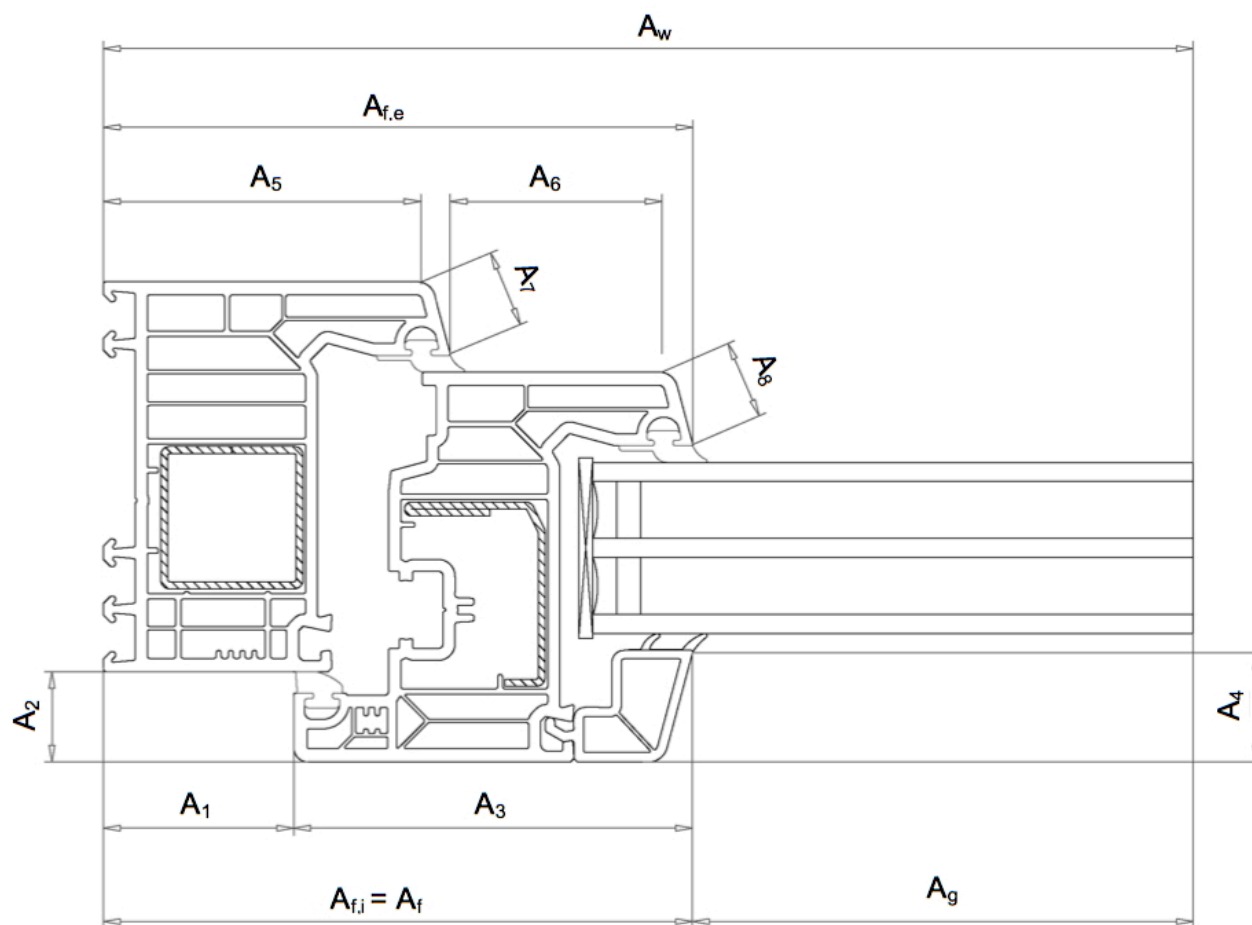
U_p [Вт/(м²·К)] коефіцієнт теплопередачі непрозорого заповнення,

Ψ_p [Вт/(м·К)] лінійний коефіцієнт теплопроникності непрозорих заповнювачів,

$\Psi_p = 0$, де

- внутрішнє та зовнішнє облицювання є непрозорими заповненнями
- теплопровідність заповнення на краях менше 0,5 W/(м·К) .

Площі, що розглядаються, розраховуються згідно з рисунком 4.1. При визначенні пов'язаних з довжиною коефіцієнтів теплопередачі Ψ_g або Ψ_p , слід використовувати довжину між областями A_g A_f .



Мал. 4.1: Зображення різних областей вікна на основі DIN 10077-1 [17]

Розміри вікон і дверей, наведені в таблиці 4.1 згідно DIN 14351-1 [18], використовуються для розрахунку коефіцієнтів теплопередачі вікон і дверей.

Таблиця 4.1: Окреме визначення властивостей для вікон згідно DIN 14351-1 [18]

Характеристика	Норми випробувань або розрахунку	Розмір зразка	Сфера застосування
Коефіцієнт теплопередачі U_w	EN ISO 10077-1	Не фіксований	всі розміри
	EN ISO 10077-1 EN ISO 10077-1 та EN ISO 10077-2	1,23 ($\pm 25\%$) м \times 1,48 (-25 %) м або 1,48 (+25 %) м \times 2,18 ($\pm 25\%$) м	всі розміри при $U_g \leq 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
	EN ISO 12567-1 EN ISO 12567-2	1,23 ($\pm 25\%$) м \times 1,48 (-25 %) м або 1,48 (+25 %) м \times 2,18 ($\pm 25\%$) м	

Шпроси \ddot{A} \dot{A} або склороздільні шпроси можна врахувати шляхом додавання до коефіцієнта теплопередачі , як показано в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2: Коефіцієнт теплопередачі для вікон зі шпросами DIN EN 14351-1 [18]

Опис	ΔU_w [Вт/(м ² ·К)]
\ddot{A} \dot{A}	0,0
прості шпроси в між с	0,1
численні шпроси в \dot{A} \dot{A}	0,2
склороздільні шпроси	0,4

За допомогою табличного методу, зазначеного в DIN EN ISO 10077-1 [17], можна також визначити коефіцієнти теплопередачі для вікон, використовуючи спрощений . Однак при визначенні враховуються лише вертикально розташовані вікна та рами 20% або 30%. Витяг з таблиці:

Таблиця 4.3: Коефіцієнт теплопередачі U_w для вертикальних вікон з рамою, що займає 30% загальної площі вікна та з типовими дистанційних прокладок – деталі в [Вт/(м²·К)] відповідно до DIN EN ISO 10077-1 [17]

		Коефіцієнт теплопередачі рами U_f 1,0					
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
Коефіцієнт теплопередачі склопакета U_g	0,5	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1
	0,6	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2
	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2
	0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3
	0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4
	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5
	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6
	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	

DIN EN ISO 10077-2 [19] пропонує можливість чисельного розрахунку теплового мосту для визначення детальних коефіцієнтів теплопередачі. Крім того, цей метод дає можливість розрахувати коефіцієнт теплопередачі ролет.

5 Приклади розрахунків

5.1 Табличний метод

Для вікна з коефіцієнтом теплопроникності скління $U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ та з $U_f = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ метод таблиць згідно DIN EN ISO 10077-1 [17] коефіцієнт теплопередачі U_w визначається при частці рами 30 % від загальної площі вікна.

Визначення описано в наступній таблиці.

Таблиця 5.1: Порядок визначення коефіцієнта теплопередачі U_w для вертикальних вікон з площею рами 30% і типовими дистанційн

		Коефіцієнт теплопередачі рами U_f					
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
Коефіцієнт теплопередачі склопакета U_g	0,5	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1
	0,6	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2
	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2
	0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3
	0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4
	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5
	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6
	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6

5.2 Метод згідно DIN EN ISO 10077-1

Для вікна з розмірами, наведеними нижче, коефіцієнт теплопередачі U_w визначається для двох різних дистанцій склопакетів.

$$A_w = 1,23 \text{ m} * 1,48 \text{ m} = 1,820 \text{ m}^2$$

$$A_g = 1,272 \text{ m}^2$$

$$l_g = 4,540 \text{ m}$$

$$U_g = 1,1 \text{ [Вт/(м}^2\cdot\text{К)]}$$

$$U_f = 1,5 \text{ [Вт/(м}^2\cdot\text{К)]}$$

Для розрахунку використовується наступна формула

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

$z\dot{A}$	K	
U_g	$[W/(m^2 \cdot K)]$	коефіцієнт теплопередачі склопакета
Ψ_g	$[W/(m^2 \cdot K)]$	лінійний коефіцієнт теплопередачі \dot{A}
A_w	$[m^2]$	площа вікна
A_g	$[m^2]$	площа скління
A_f	$[m^2]$	площа рами
l_g	$[m]$	видима довжина скління по периметру

Приклад 1:

Розрахунок коефіцієнта тепло U_w для вікна з алюмінієвою дистанцією з терморозривом ($\Psi_g = 0,11 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ згідно з таблицею E.1 der DIN EN ISO 10077-1 [17])

$$A_f = A_w - A_g = 1,820 \text{ m}^2 - 1,272 \text{ m}^2 = 0,548 \text{ m}^2$$

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

$$= \frac{1,272 \text{ m}^2 \cdot 1,1 \frac{W}{m^2 \cdot K} + 0,548 \text{ m}^2 \cdot 1,5 \frac{W}{m^2 \cdot K} + 4,540 \text{ m} \cdot 0,11}{1,820 \text{ m}^2}$$

$$= 1,49 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Приклад 2:

Розрахунок коефіцієнта теплопередачі U_w для вікна з дистанцією TGI ($\Psi_g = 0,041 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) згідно з інформацією виробника:

$$A_f = A_w - A_g = 1,820 \text{ m}^2 - 1,272 \text{ m}^2 = 0,548 \text{ m}^2$$

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

$$= \frac{1,272 \text{ m}^2 \cdot 1,1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + 0,548 \text{ m}^2 \cdot 1,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} + 4,540 \text{ m} \cdot 0,041}{1,820 \text{ m}^2}$$

$$= 1,28 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

6 Інтерпретація десяткового знака в U_w

Відповідно до [20], коефіцієнт теплопередачі для вікон і дверей позначається двома цифрами, що вказують значення. Це означає, що два знаки після коми повинні бути вказані для значень $U_w < 1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ і один для значень $U_w \geq 1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Існує відмінність між чинним європейським стандартом DIN EN 10077 [17] та Постановою про енергозбереження [1]. Постанова про енергозбереження [1] визначає три цифри, що вказують значення, як вимогу до коефіцієнта теплопередачі для вікон і балконних дверей відповідно до таблиці 1 Додатків 1, 2 і 3, а DIN EN 10077-1 [17] лише дві.

7 Література

- [1] Постанова про внесення змін до Постанови про енергозбереження (EnEV) vom 18. November 2013 (EnEV 2014) Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013, Teil 1, Nr. 67: Seite 3951-3990.
- [2] ift-Rosenheim Фото-архів: http://www.ift-rosenheim.de/presse_bildarchiv.php
- [3] DIN 4108-2:2013-02 Теплоізоляція та енергозбереження в будівлях - Частина 2: Мінімальні вимоги до теплоізоляції.
- [4] ift-Richtlinie WA 15/2: Придатність вікон, зовнішніх дверей та фасадів для пасивного будинку. Ausgabe April 2011.
- [5] DIN EN 1026:2013-04 Вікна та двері - Повітропроникність - Методи випробувань.
- [6] DIN EN 12207:2015-01, Вікна та двері - Повітропроникність - Класифікація.
- [7] DIN EN 1027:2013-04 Вікна та двері - Влагонепроникність - Методи випробування.
- [8] DIN EN 12208:2000-06 Вікна та двері - Влагонепроникність - Класифікація.
- [9] DIN EN 13049:2003-08 Вікна - Навантаження м'яким, важким ударним елементом - Методи випробувань Вимоги безпеки та класифікація.
- [10] DIN EN 12211:2013-11 Вікна та двері - Стійкість до вітрових навантажень - Методи випробувань.
- [11] DIN EN 12210:2013-04 Вікна та двері - Стійкість до вітрових навантажень - Класифікація
- [12] DIN EN 1121:2000-09 Двері - Поведінка між двома різними кліматами - Методи випробувань.
- [13] DIN EN 12219:2000-06: Двері - Кліматичні впливи - Вимоги та класифікація.
- [14] DIN EN ISO 12567-1:2010-12, Теплова поведінка вікон і дверей. Визначення коефіцієнта теплопередачі за допомогою методу термобоксу. Частина 1. Повні вікна та двері.
- [15] DIN EN 12412-2:2003-11 Теплова поведінка вікон, дверей і ролет. Визначення коефіцієнта теплопередачі за допомогою методу термобоксу. Частина 2: Рама.
- [16] DIN EN 12412-4: 2003-11 Теплова поведінка вікон, дверей і затворів. Визначення коефіцієнта теплопередачі за допомогою методу термобоксу. Частина 4. Ролети
- [17] DIN EN ISO 10077-1:2010-05 Теплові характеристики вікон, дверей і ролет. Розрахунок теплопередачі. Частина 1. Загальні положення.
- [18] DIN 14351-1:2010-08 Вікна та двері. Стандарт виробу, експлуатаційні характеристики. Частина 1. Вікна та зовнішні двері без характеристик вогнестійкості.
- [19] DIN EN ISO 10077-2:2012-06 Теплові характеристики вікон, дверей і ролет. Розрахунок теплопередачі. Частина 2. Чисельний метод для рам.
- [20] Технічна комісія з будівельних технологій Конференції міністрів будівництва: Питання тлумачення Указу про енергозбереження - Частина 12. März 2010.