

Calcolo per la tenuta dei coppi fissati con schiuma poliuretana monocomponente Hilti.

1 Riferimenti normativi utilizzati per il calcolo

I seguenti calcoli sono basati sulla normativa DIN 1055 Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 4: Windlasten (DIN 1055 Action on structures, Part 4: Wind loads)

2 Calcolo della forza del vento sul tetto

E' necessario fare una differenza tra depressione e pressione esercitate dal vento sul tetto. Entrambe queste forze possono agire sul lato sopravento e sul lato sottovento della costruzione.

La formula per calcolare la forza esercitata dal vento è la seguente:

- Forza = $cp \times q \times a$

Dove: **cp** = coefficiente di pressione secondo la normativa DIN 1055-4 – Tab. da 3 a 7
q = pressione dovuta alla velocità del vento, secondo la normativa DIN 1055-4, Tab. 2 in KN/m^2
a = area in m^2

2.1 Calcolo della pressione dovuta alla velocità del vento q

q dipende dalla “Zona di Vento” in cui è sita la costruzione (per es. al mare o in campagna) e dall’altezza dell’edificio. Tab.2 mostra una tabella semplificata della normativa DIN 1055.

Tabelle 2 — Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe

Windzone		Geschwindigkeitsdruck q in kN/m^2 bei einer Gebäudehöhe h in den Grenzen von		
		$h \leq 10$ m	10 m < $h \leq 18$ m	18 m < $h \leq 25$ m
1	Binnenland	0,50	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,80	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,00	1,10
3	Binnenland	0,80	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	–	–

2.2 Calcolo del coefficiente di pressione

Il calcolo del coefficiente di pressione dipende dalla forma del tetto, dall'inclinazione e, dalla posizione e dalla dimensione della parte di tetto presa in considerazione (1 m^2 o 10 m^2). Anche la direzione del vento è importante: tangente o perpendicolare al tetto. Questi fattori sono riassunti nelle tabelle da 3 a 7.

Tabelle 6 — Außendruckbeiwerte für Sattel- und Trogdächer

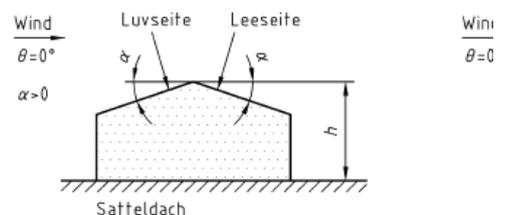
Neigungs- winkel α		Anströmrichtung $\theta = 0^\circ$									
		Bereich									
		F		G		H		I		J	
		$c_{pe \cdot 10}$	$c_{pe \cdot 1}$	$c_{pe \cdot 10}$	$c_{pe \cdot 1}$	$c_{pe \cdot 10}$	$c_{pe \cdot 1}$	$c_{pe \cdot 10}$	$c_{pe \cdot 1}$	$c_{pe \cdot 10}$	$c_{pe \cdot 1}$
-45°		- 0,6		- 0,6		- 0,8		- 0,7		- 1,0	- 1,5
-30°		- 1,1	- 2,0	- 0,8	- 1,5	- 0,8		- 0,6		- 0,8	- 1,4
-15°		- 2,5	- 2,8	- 1,3	- 2,0	- 0,9	- 1,2	- 0,5		- 0,7	- 1,2
-5°		- 2,3	- 2,5	- 1,2	- 2,0	- 0,8	- 1,2	- 0,6 / + 0,2		- 0,6 / + 0,2	
5°		- 1,7	- 2,5	- 1,2	- 2,0	- 0,6	- 1,2	- 0,6 / + 0,2		- 0,6 / + 0,2	
10°		- 1,3	- 2,2	- 1,0	- 1,7	- 0,4		- 0,5 / + 0,2		- 0,8	+ 0,2
15°		- 0,9	- 2,0	- 0,8	- 1,5	- 0,3		- 0,4	- 1,0	- 1,5	
		+ 0,2		+ 0,2		+ 0,2					
30°		- 0,5	- 1,5	- 0,5	- 1,5	- 0,2		- 0,4	- 0,5		
		+ 0,7		+ 0,7		+ 0,4					
45°		+ 0,7		+ 0,7		+ 0,6		- 0,4		- 0,5	
60°		+ 0,7		+ 0,7		+ 0,7		- 0,4		- 0,5	
75°		+ 0,8		+ 0,8		+ 0,8		- 0,4		- 0,5	

Calcolo per una falda posteriore del tetto. Le pendenze del tetto prese in considerazione nell'elaborazione di questo documento sono comprese tra i 15° e i 30°. Per la falda posteriore del tetto applicare la tabella 6.

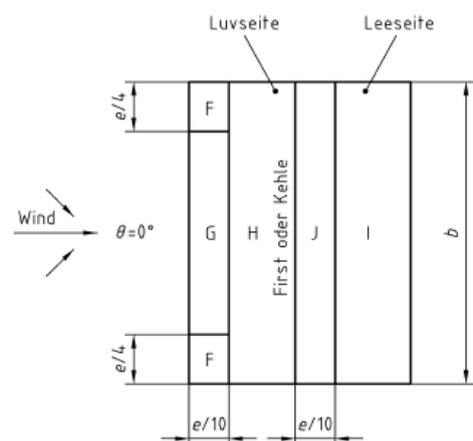
La prima colonna indica l'inclinazione del tetto. La direzione del vento è indicata nella figura 7, ed è riportata come nella normativa DIN di riferimento. Le lettere F – J sono una parte del tetto secondo la figura 7. I valori positivi nella tabella 6 esprimono la pressione sul tetto; i valori negativi esprimono una depressione sulla struttura = coppi

Per quanto riguarda l'obiettivo di questo calcolo, sono rilevanti solo i valori negativi. Come scritto sopra, devono essere testate le inclinazioni tra i 15° e i 30°. Per questo range il settore F con inclinazione di 15° rappresenta il caso peggiore – guarda il cerchio rosso nella Tab.6.

Qui il coefficiente arriva fino a -2,0. Questo significa che c'è trazione sui coppi.



a) Allgemeines



b) Anströmrichtung $\theta = 0^\circ$

2.3 Area

Come superficie per i nostri calcoli consideriamo 1 m^2

2.4 Caso secondo i valori italiani

I dati relativi alla pressione dovuta alla velocità del vento (q), utilizzati per il calcolo sono i seguenti, presi dalla normativa italiana:

NTC2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Trieste: ca. 200 Kg/m^2 pari a ca. $2,0\text{ kN/m}^2$
- Bologna/Verona: ca. 130 Kg/m^2 pari a ca. $1,3\text{ kN/m}^2$
- Livorno/Genova: ca. 170 Kg/m^2 pari a ca. $1,7\text{ kN/m}^2$

Prendendo in considerazione i valori seguenti:

- Pressione dovuta alla velocità del vento $q = -2,0\text{ kN/m}^2$
- Coefficiente di pressione $cp = -2,0$
- Area $a = 1\text{ m}^2$

Questo dà come risultato una forza di trazione pari a:

- Forza = $cp \times q \times a \Rightarrow -2,0\text{ kN/m}^2 \times (-2,0) \times 1\text{ m}^2 = 4\text{ kN}$

Ciò significa che il vento esercita una trazione di circa $4,0\text{ kN}$ su 1 m^2 di coppi (ca. 400 Kg/m^2)

3 Resistenza a trazione della schiuma poliuretana monocomponente Hilti

La CF-I ECO+ possiede una resistenza a trazione di 4 N/cm^2 che è equivalente a 40 kN/m^2 , quando il valore viene misurato su un campione di schiuma con spessore di 2 cm .

In generale tanto più è elevata la densità della schiuma (applicando la schiuma su strati successivi), tanto più aumenta la resistenza a trazione.

4 Fattore di sicurezza

Per tutti i calcoli tecnici, il fattore di sicurezza utilizzato è $1,5$. Questo comporta una tensione a trazione pari a:

$$4,0\text{ kN/m}^2 \times 1,5 = 6,0\text{ kN/m}^2$$

In aggiunta, a causa dell'invecchiamento della schiuma, è stato applicato un fattore di sicurezza ulteriore sulla resistenza a trazione della schiuma pari a $1,5$. Questo comporta che la resistenza a trazione della schiuma poliuretana monocomponente Hilti è di:

$$\text{Resistenza} = 26,7\text{ kN/m}^2$$

5 Peso dei coppi

Anche il peso dei coppi deve essere considerato come una forza che esercita pressione. Il peso di un coppo 500x155 mm è minimo 2 Kg. Questo significa che dovendo sovrapporre i coppi, per coprire una superficie di 1 m² saranno necessari circa 3 file da 8 coppi, totale 24 coppi pari al peso di circa 50 Kg o 0,5 kN per 1 m².

6 Comparazione tra la forza del vento e la resistenza a trazione della schiuma Hilti applicata sui coppi

Il carico a trazione, come riportato in precedenza, è pari a 6,0 kN/ m².

La resistenza a trazione dei coppi fissati con la schiuma CF-I ECO+ è circa 26,7 kN/m², ovvero fattore di sicurezza 4, se il 100% dell'area del coppo è fissato con la schiuma alla struttura di legno.

In altre parole circa il 50% dell'area del tetto occupata dai coppi deve essere fissata con la schiuma alla base della struttura di legno per resistere alla trazione esercitata dal vento.

7 Istruzioni di posa

I coppi possono essere fissati con metodi differenti sulla struttura di legno del tetto (es. con la malta). Se il fissaggio viene fatto con la schiuma poliuretanica monocomponente Hilti vi raccomandiamo il seguente metodo di posa:

- Pulire la superficie/struttura di legno: la superficie deve essere libera da polvere o olio; la temperatura deve essere al di sotto dei 35 °C
- Inumidire il coppo con acqua
- Erogare la schiuma sul coppo
- Attendere circa un minuto, poi far aderire il coppo sulla superficie. Aspettando un po' di tempo è possibile preparare i coppi in anticipo.
- Il tempo massimo d'attesa, per assicurarsi una buona tenuta, è di 3 minuti.
- Premere il coppo per 10 secondi sulla superficie.

8 Conclusioni

Basandosi sugli standard utilizzati per il calcolo, presi dalla normativa DIN1055 – parte 4, i coppi fissati con la schiuma resisteranno alla trazione del vento se installati secondo le istruzioni riportate e con una minima copertura di schiuma sul coppo di circa il 50%.