

## Statische onderbouwing – Kyroof bevestigingssysteem

### 1. Inleiding

Deze notitie beschrijft de constructieve onderbouwing van de bevestiging van het Kyroof systeem, waarbij zonnepanelen middels beugels op een OSB-dakplaat worden gemonteerd. De OSB-plaat is bevestigd op houten tengels, die op hun beurt onderdeel uitmaken van de draagconstructie.

De berekening is gebaseerd op:

- Eurocode 5 (EN 1995-1-1) – houtconstructies
- Eurocode 1 (EN 1991-1-4) – windbelasting
- ETA-gegevens van de toegepaste schroeven

---

### 2. Opbouw van het systeem

De belastingsafdracht verloopt als volgt:

**Zonnepaneel → beugels → OSB-plaat → schroeven → tengels/spanten**

Er worden twee verbindingen beschouwd:

1. OSB-plaat → tengel/spant
2. Beugel → OSB-plaat

---

### 3. Bevestiging OSB-plaat op tengels

#### Uitgangspunten

- Schroef: voldraad 5×60 mm RVS
- Houtklasse: conservatief **C18**
- Karakteristieke dichtheid:

$$\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$$

- Effectieve indraaidiepte:

$$l_{ef} = 25 \text{ mm}$$

---

#### Uittrekparameter (Eurocode 5)

$$f_{ax,k} = 0.082 \cdot \rho_k = 0.082 \cdot 320 = 26.2 \text{ N/mm}^2$$

---

#### Karakteristieke uittrekweerstand

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}$$
$$F_{ax,Rk} = 26.2 \cdot 5 \cdot 25 = 3275 \text{ N}$$



---

### Ontwerpwaarde

$$F_{ax,d} = \frac{3275}{1.3} \approx 2520 \text{ N}$$

Ontwerpwaarde  $\approx 2.5$  kN per schroef

---

## 4. Bevestiging beugel op OSB

### Uitgangspunten

- OSB3 plaat, dikte: 18 mm
- Dichtheid:

$$\rho_k \geq 600 \text{ kg/m}^3$$

- Schroef:  $\varnothing 5$  mm
- Effectieve indraaidiepte:

$$l_{ef} = 18 \text{ mm}$$

---

### ETA-gebaseerde uittrekwaarde

Volgens leverancier:

$$f_{ax,k} = 30\text{--}45 \text{ N/mm}^2$$

---

### Karakteristieke weerstand

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}$$

Ondergrens:

$$30 \cdot 5 \cdot 18 = 2700 \text{ N}$$

Bovengrens:

$$45 \cdot 5 \cdot 18 = 4050 \text{ N}$$

---

### Ontwerpwaarde

$$F_{ax,d} = 2.1\text{--}3.1 \text{ kN per schroef}$$

Conservatief aan te houden:  $\approx 2.0$  kN per schroef

---



## 5. Bevestiging zonnepaneel

### Uitgangspunten

- Paneeloppervlak:

$$A \approx 2.05 \text{ m}^2$$

- Aantal bevestigingen: 4 per paneel
- Ontwerpwaarde per schroef:

$$F_{ax,d} = 2.1 \text{ kN}$$

---

### Totale weerstand per paneel

$$F_{tot} = 4 \cdot 2.1 = 8.4 \text{ kN}$$

---

### Equivalentte belasting per m<sup>2</sup>

$$q = \frac{8.4}{2.05} \approx 4.1 \text{ kN/m}^2$$

≈ 4100 N/m<sup>2</sup> (opwaartse belasting)

---

## 6. Windbelasting (Eurocode 1)

### Uitgangspunt (conservatief)

- Windgebied I
- Onbebouwd terrein
- Gebouwhoogte: 20 m
- Extreme stuwdruk:

$$q_p = 1.27 \text{ kN/m}^2$$

- Drukcoëfficiënt (ongunstig):

$$C_{pe} = -2.9$$

---

### Resulterende belasting

$$q = q_p \cdot C_{pe}$$
$$q = 1.27 \cdot 2.9 \approx 3.7 \text{ kN/m}^2$$

---

## 7. Vergelijking capaciteit vs belasting

Component	Capaciteit
OSB-bevestiging	~ 3.7 kN/m <sup>2</sup>
Paneelbevestiging	~ 4.1 kN/m <sup>2</sup>
Windbelasting	~ 3.7 kN/m <sup>2</sup>



---

## 8. Conclusie

- De bevestiging van het Kyroof systeem voldoet voor de beschouwde situatie.
- De verbinding **OSB** → **onderconstructie** en **beugel** → **OSB** zijn beide toereikend.
- De belastingcapaciteit ligt op hetzelfde niveau als de maximale windbelasting volgens een conservatieve benadering.

In de praktijk zal:

- de werkelijke belasting lager zijn (niet alle extremen tegelijk)
- de spreiding over meerdere bevestigingen gunstig werken

---

## 9. Aandachtspunten

- De uiteindelijke belastingverdeling is afhankelijk van de systeemstijfheid en detaillering
- Randafstanden en bevestigingspatroon dienen correct te worden toegepast
- Voor projecten buiten standaardcondities is een projectspecifieke berekening vereist
- Nationale voorschriften en lokale windbelasting moeten altijd worden meegenomen

---

## 10. Aanbeveling

Voor toepassingen in:

- hogere windregio's
- grotere hoogtes
- afwijkende paneelconfiguraties

dient de definitieve dimensionering te worden gecontroleerd door een **lokaal gecertificeerd constructeur**

---