

## Statische onderbouwing – BiTile Systeem

### 1. Inleiding

Dit document beschrijft de statische beoordeling van het BiTile systeem, waarbij zonnepanelen worden gemonteerd op aluminium liggers die functioneren als constructieve draagrails. De liggers worden bevestigd op houten tengels met behulp van dakhaken, welke met schroeven in de onderconstructie worden verankerd.

De beoordeling is uitgevoerd op basis van:

- **NEN-EN 1991-1-4** – Windbelasting
- **NEN-EN 1995-1-1** – Houtconstructies
- Materiaaleigenschappen aluminium (EN AW 6063 T66)

---

### 2. Systeemopbouw

De belastingafdracht verloopt als volgt:

**Zonnepaneel → ligger → dakhaak → schroeven → tengel → dakconstructie**

---

### 3. Geometrie

- h.o.h. afstand liggers: **800 mm**
- h.o.h. afstand dakhaken: **800 mm**
- Overspanning ligger: **800 mm**

Invloedsvlak per ligger:

$$0.8 \times 0.8 = 0.64 \text{ m}^2$$

---

### 4. Materiaaleigenschappen

**Aluminium profiel:**

- Legering: EN AW 6063 T66
- Elasticiteitsmodulus:

$$E = 70,000 \text{ N/mm}^2$$

- Toelaatbare spanning:

$$\sigma_{toel} = 195 \text{ N/mm}^2$$



### Doorsnede-eigenschappen:

- Weerstandsmoment:

$$W_x = 4508.5 \text{ mm}^3$$

- Traagheidsmoment:

$$I_x = 95522.3 \text{ mm}^4$$

---

## 5. Belastingen

### 5.1 Permanent

$$q_g = 100 \text{ N/m}^2$$

---

### 5.2 Windbelasting (conservatief – randzone)

Volgens NEN-EN 1991-1-4:

- Windgebied: I
- Terrein: onbebouwd
- Gebouwhoogte: 20 m
- Extreme stuwdruk:

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

- Drukcoëfficiënt (randzone, ongunstig):

$$C_{pe} = -2.9$$

---

### 5.3 Resulterende belasting

$$q_w = 1.27 \cdot 2.9 = 3.68 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{tot} = 3.68 + 0.10 = 3.78 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{tot} = 3780 \text{ N/m}^2$$

---

## 6. Omrekening naar lijnlast

Invloedbreedte = 0,8 m:

$$\begin{aligned} q_{lijn} &= 3780 \cdot 0.8 = 3024 \text{ N/m} \\ &= 3.02 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

---



## 7. Profielberekening

### 7.1 Buigend moment

$$M_{max} = \frac{qL^2}{8}$$
$$M = \frac{3.02 \cdot 800^2}{8} = 241600 \text{ Nmm}$$

---

### 7.2 Spanningscontrole

$$\sigma = \frac{M}{W}$$
$$\sigma = \frac{241600}{4508.5} \approx 53.6 \text{ N/mm}^2$$

Toelaatbaar:

$$195 \text{ N/mm}^2$$

Benutting  $\approx 27\%$

---

### 7.3 Doorbuiging

$$w_{max} = \frac{5qL^4}{384EI}$$
$$w \approx 0.25 \text{ mm}$$

---

Toelaatbaar

$$\frac{L}{200} = 4 \text{ mm}$$

Benutting  $\approx 6\%$

---

## 8. Belasting op de bevestiging

Reactiekracht per oplegpunt:

$$R = \frac{qL}{2} = \frac{3.02 \cdot 800}{2} = 1208 \text{ N}$$

$\approx 1.2 \text{ kN}$  per dakhaak

---



## 9. Schroefbelasting

Per dakhaak:  
2 schroeven

$$F_{schroef} = 1208/2 = 604 \text{ N}$$

≈ 0.6 kN per schroef

---

### Vergelijking met capaciteit

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

Karakteristieke dichtheid:

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

Effectieve indraaidiepte:

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

---

### Uttrekparameter (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

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

Ontwerpwaarde ≈ 2.5 kN per schroef

---

### Benutting

$$\frac{0.6}{2.5} \approx 0.24$$

Benutting ≈ 30%

---



## 10. Resultaten

Onderdeel	Capaciteit	Belasting	Benutting
Profiel (spanning)	195 N/mm <sup>2</sup>	54 N/mm <sup>2</sup>	~27%
Doorbuiging	4 mm	0.25 mm	~6%
Schroef	2.5 kN	0.6 kN	~30%

---

## 11. Conclusie

Het BiTile systeem voldoet ruimschoots aan de gestelde eisen voor sterkte en doorbuiging, zelfs bij een conservatief beschouwde windbelasting in randzones op 20 m gebouwhoogte.

- Het profiel heeft een ruime reservecapaciteit
- De bevestiging (schroeven) is ruim voldoende gedimensioneerd

Het systeem kan derhalve als **constructief robuust en betrouwbaar** worden beschouwd.

---

## 12. Opmerkingen

- De berekening is gebaseerd op een regelmatig raster van 800 × 800 mm
- Randzones zijn conservatief meegenomen
- Werkelijke belastingen zullen in de praktijk doorgaans lager zijn

---

## 13. Disclaimer

Deze beoordeling is gebaseerd op **Nederlandse windcondities (NEN-EN 1991-1-4)**.

Voor projecten:

- buiten Nederland
- in andere wind- of sneeuwzones
- of met afwijkende geometrie

dient de definitieve constructieve beoordeling te worden uitgevoerd en goedgekeurd door een **lokaal gecertificeerde constructeur**, conform nationale regelgeving.