

Schletter GmbH

Gewerbegebiet B15

Alustraße 1

D-83527 Kirchdorf/Haag i. OB

Tel.: +498072 9191-0

Fax: +498072 9191-9100

info.de@schletter-group.com

<https://www.schletter-group.com/>

**Planungsunterlagen für das Tragsystem zur
Aufnahme von Solarmodulen FixGrid100 13°**

Projekt: Tiszalöki Vízerőmű - Raktárépület tető

Modultyp: NQ-R256A 1318 x 980 mm



Im Auftrag

Tiszavíz Vízerőmű Kft.

V í z e r ő m ű

4450 Tiszalök

Systemauslegung

Vorbemerkungen

Die nachstehenden Berechnungen gelten für reguläre Bedingungen und für als Mehrfeldträger ausgeführte Montagesysteme. Bei Standorten mit speziellen Geländeformationen sind ergänzende Untersuchungen bezüglich der anzusetzenden Windlasten erforderlich.

Kunde	Tiszavíz Vízerőmű Kft.
Projekt	Tiszalöki Vízerőmű - Raktárpület tető

Bauort

Straße	vízerőmű
PLZ - Ort	4450 Tiszalök
Land	Ungarn
Geographische Koordinaten	48,0167° Nord 21,3833° Ost
Höhe über NN	100 m

Solarmodul

Höhe / Breite / Dicke	1318 / 980 / 46 mm
Modulleistung	256 Wp
Gewicht	17,0 kg

Gebäude

Länge Ost-West	23 m
Länge Nord-Süd	11 m
Höhe über GOK	4 m
Attikahöhe	0 cm
Dachneigung	0 °

Lastannahmen nach MSZ EN 1991-1-3/NA

Modulgewicht g	0,13 kN/m ²
------------------	------------------------

Windlast

Norm	MSZ EN 199-1-4/NA
Windzone	
Geländeformation	Flach/Eben
Geländekategorie	III
	Gebiete mit gleichmäßiger Vegetation oder Bebauung oder mit einzelnen Objekten mit Abständen von weniger als der 20-fachen Hindernishöhe (z. B. Dörfer, vorstädtische Bebauung, Waldgebiete).
Böengeschw.-druck $q(z)$	0,32 kN/m ²



Schneelast

Norm	MSZ EN 1991-1-3/NA
Schneelastzone	
Schneelast am Boden s_k	1,25 kN/m ²
Formfaktor μ_1	0,8
Schneelast s	1,00 kN/m ²

Nachweis der Lagesicherheit bei ballastierten Flachdachmontagen

Modulneigung	α	13,17	°
Dachneigung		0	°
Höhe über GOK	z	4	m
Modulhöhe	h	1318	mm
Modulbreite	b	980	mm
Modulgewicht	g	0,132	kN/m ²

Böengeschw.-druck	0,32 kN/m ²
Schneelast	1,00 kN/m ²
sin	0,228
cos	0,974

Belastungsaufstellung pro m² Modulfläche

Eigenlast

$$g = 0,13 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,13 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast

$$s = 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,974 = 0,97 \text{ kN/m}^2$$

Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte

$$\begin{aligned} \gamma_g &= 1,35 & \gamma_g &= 0,90 \text{ für günstige Wirkung} \\ \gamma_q &= 1,50 \\ \Psi_{0,w} &= 0,60 \\ \Psi_{0,s} &= 0,50 \end{aligned}$$

Lastkombinationen

$$\begin{aligned} \text{LC 1: } & \gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot s + \Psi_{0,w} \cdot \gamma_q \cdot w \\ \text{LC 2: } & \gamma_g \cdot g + \Psi_{0,s} \cdot \gamma_q \cdot s + \gamma_q \cdot w \\ \text{LC 3: } & 0,9 \cdot g + \gamma_q \cdot w \quad (\text{abhebend}) \end{aligned}$$

Aufteilung in verschiedene Dachzonen

Aufgrund der geringen Modulneigung von 13,17° und der geschlossenen Struktur der Aluminiumwanne erfolgt die Berechnung der Beschwerung anhand der Regeln für Flachdächer. Die Beschwerung richtet sich nach der Position auf dem Dach.

Die Einteilung der Dachbereich basiert auf der gutachterlichen Stellungnahme von Prof. Ruscheweyh: Auf der Südseite entspricht die erforderliche Ballastierung der Zone d. Die Farbgebung deutet unterschiedliche drückende Windlasten an.

Druckbeiwerte



Gesamtzugkraft bezogen auf ein Modul

$$F_z = \sum q_p \cdot (c_{p,res,i} \cdot A_i \cdot \cos \alpha_i)$$

Das Eigengewicht der Konstruktion beträgt

$$g = 37,11 \text{ kg}$$

Basisbreite

$$B = 2,13 \text{ m}$$

Höhe

$$H = 0,22 \text{ m}$$

	Abhebende Lasten			Hangabtrieb		Σ
	$c_{p,vi}$	$c_{p,vs}$	F_z	req g	req g	req g
Zone a	-0,48	-0,43	-0,346 kN	20,6 kg	0,0 kg	20,6 kg
Zone b	-0,38	-0,27	-0,217 kN	0,0 kg	0,0 kg	0,0 kg
Zone c	-0,31	-0,19	-0,153 kN	0,0 kg	0,0 kg	0,0 kg
Zone d	-0,25	-0,10	-0,081 kN	0,0 kg	0,0 kg	0,0 kg

Ballastierung mit Pflastersteinen (20 x 10 x 8 cm à 3,5 kg/Stein)

		Gewicht	
Montagegestell		350,3 kg	
Module	(96)	1.632,0 kg	Modulfläche gesamt: 124,0 m ²
Ballaststeine	(168)	588,0 kg	20 x 10 x 8 cm, 3,5 kg
		2.570,3 kg	

Äquivalente Ersatzlasten, Pressung auf Dämmung

Zone	q_k	q_d	σ	
a	0,21 kN/m ²	0,28 kN/m ²	31,24 kN/m ²	q_k Charakteristische Ersatzflächenlast
b	0,13 kN/m ²	0,18 kN/m ²	29,16 kN/m ²	q_d Belastungsaufstellung pro m ² Dachfläche
c	0,13 kN/m ²	0,18 kN/m ²	29,16 kN/m ²	σ Pressung auf Dämmung
d	0,13 kN/m ²	0,18 kN/m ²	29,16 kN/m ²	
Maxima	0,21 kN/m ²	0,28 kN/m ²		

Die Berechnung der globalen Horizontalkräfte für das Gebäude erfolgt über Reibbeiwerte multipliziert mit der Dachfläche in Haupt- und in Querrichtung. Bei großen Gebäudebreiten darf eine zusätzliche Abminderung vorgenommen werden.

$$F_x = c_{fx} \cdot A_{PV} \cdot q_p \cdot F_G = 0,026 \cdot 124 \cdot 0,32 \cdot 0,9 = 0,92 \text{ kN}$$

mit: $c_{fx} = 0,026$

$$F_y = c_{fy} \cdot A_{PV} \cdot q_p \cdot F_G = 0,014 \cdot 124 \cdot 0,32 \cdot 0,9 = 0,50 \text{ kN}$$

$$c_{fy} = 0,014$$

$$F_G = 0,9$$

Nachweis der Stützprofile unter Drucklast

Der Nachweis der der Stützprofile unter drückender Belastung ist für die Lastkombinationen 1 und 2 zu führen.

$c_{p,i} = 0,6$ Windbelastung drückend: $w = 0,19 \text{ kN/m}^2$ senkrecht zur Modulfläche
 $w_v = 0,19 \text{ kN/m}^2$ vertikal
 $w_h = 0,04 \text{ kN/m}^2$ horizontal

Bemessungskräfte am Profilkopf

Lastkombination 1 $F_{z,Ed} = (1,35 \cdot 0,13 + 1,50 \cdot 0,97 + 0,60 \cdot 1,50 \cdot 0,19) \cdot 1,29 / 2 = 1,17 \text{ kN}$
 $F_{y,Ed} = (0,6 \cdot 1,50 \cdot 0,04) \cdot 1,29 = 0,05 \text{ kN}$

Lastkombination 2 $F_{z,Ed} = (1,35 \cdot 0,13 + 0,50 \cdot 1,50 + 0,97 \cdot 1,50 \cdot 0,19) \cdot 1,29 / 2 = 0,77 \text{ kN}$
 $F_{y,Ed} = (1,5 \cdot 0,04) \cdot 1,29 = 0,08 \text{ kN}$ (vollständig am unteren Profil)

Einheitsschnittgrößen am vorderen Profil

Wandstärke $t = 1,40 \text{ mm}$

Länge $l = 100 \text{ mm}$

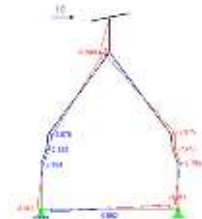
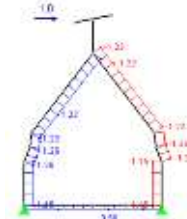
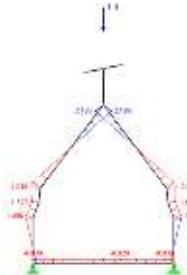
Profil

Normalkraft

Biegemoment

Normalkraft

Biegemoment



Einheitsschnittgrößen am hinteren Profil

Wandstärke $t = 1,80 \text{ mm}$

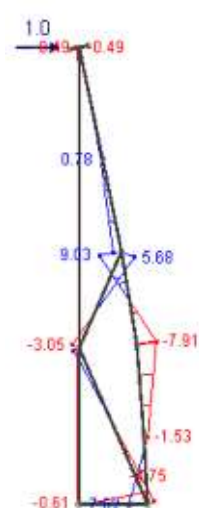
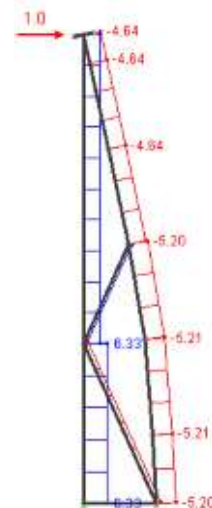
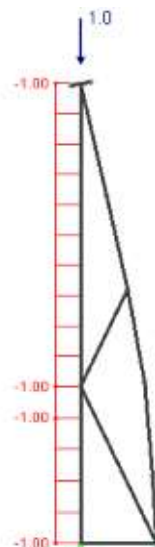
Länge $l = 100 \text{ mm}$

Profil

Normalkraft

Normalkraft

Biegemoment



Zusammenstellung der Schnittgrößen aus Einheitslasten

	$N_{v,1}$	$M_{v,1}$	$N_{h,1}$	$M_{h,1}$
Profil vorn	-0,52	-1,15	-1,22	-3,88
Profil hinten	-1,00	-2,10	6,33	0,00

Nachweisformat

$$\frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} \leq f_{yd}$$

$A \text{ cm}^2$	$W \text{ mm}^3$
1,4	32,7
1,8	54,0

Schnittgrößen

	Lastkombination 1				Lastkombination 2			
	N_v	M_v	N_h	M_h	N_v	M_v	N_h	M_h
Profil vorn	0,61	1,34	0,06	0,20	0,40	0,88	0,10	0,33
Profil hinten	1,17	2,45	0,32	0,00	0,77	1,61	0,54	0,00

Nachweisführung

	LK 1		LK 2	
Profil vorn	5,17	28 %	4,06	22 %
Profil hinten	5,36	30 %	3,71	20 %

$$f_{0,k} = 20,0 \text{ kN/cm}^2 \quad f_{0,d} = 18,2 \text{ kN/cm}^2$$

Biegewaterstand

$$Z_{R,d} = 3,9 \text{ kN}$$

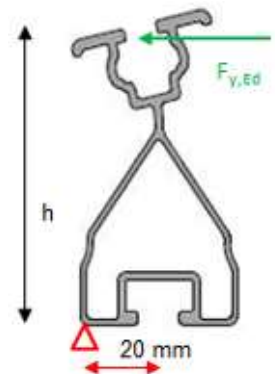
$$M_{R,d} = Z_{R,d} \cdot 2,0 = 7,8 \text{ kNcm}$$

$$V_{R,d} = M_{R,d} / h = 1,10 \text{ kN}$$

mit $h = 71,2 \text{ mm}$

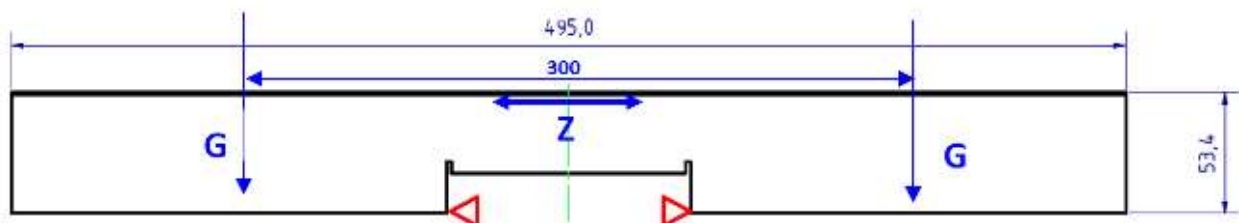
$$\text{Nachweis: } F_{y,Ed} < V_{R,d} \text{ (8 \%)}$$

Material: EN AW-6063 T66



Nachweis der Kieswanne

Für den Nachweis der Kieswanne wird die rechnerische Tragfähigkeit ermittelt. Die nachstehende Skizze zeigt die Kieswanne in den seitlichen Ansichten mit den Annahmen des statischen Modells. Unter Last stützt sich die Kieswanne unten am Grundträger ab. Im oberen Restquerschnitt der Kieswanne entstehen nur Zugspannungen. Ein Beulnachweis erübrigt sich.



Für den Nachweis werden vereinfacht nur die oberen Abkantungen mit der Breite 10 mm in Rechnung gestellt.

$$Z_d = 2 \cdot 1,0 \cdot 0,10 \cdot 8,0 / 1,1 = 1,5 \text{ kN}$$

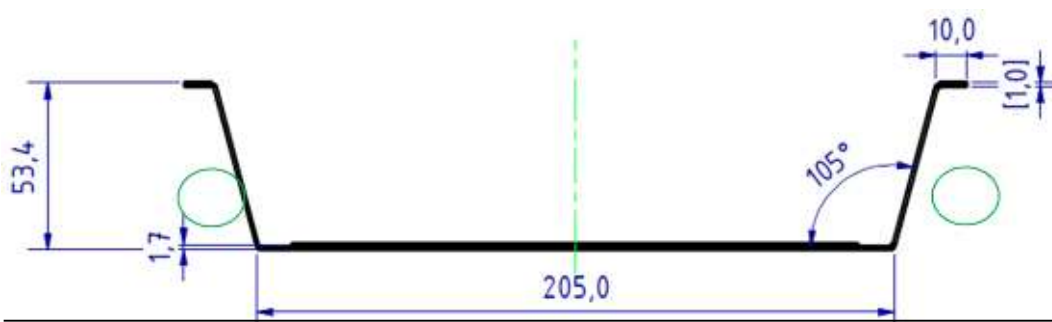
$$G_d = Z_d \cdot 53,4 / 150 / 1,35 = 0,4 \text{ kN}$$

$$\text{mit } R_{p0,2} = 80 \text{ N/mm}^2$$

Die Belastbarkeit liegt bei 77 kg

Material EN AW 5754

Querschnitt

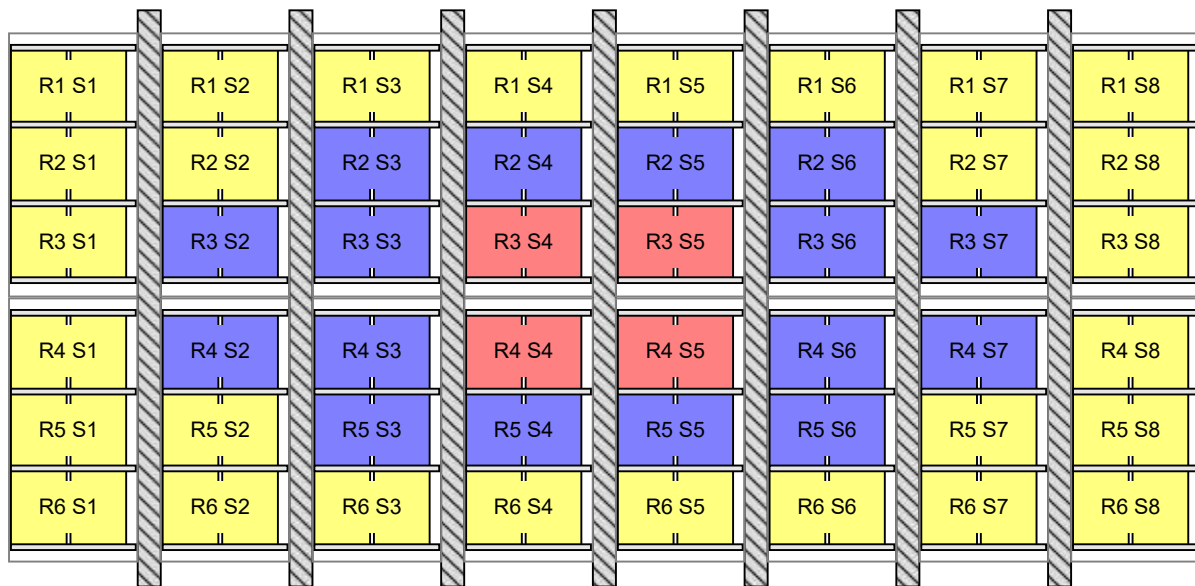


Nachweis der Anschlüsse und Verbindungen

Modulklemmen	Mittelklemme	$F_z = 0,50 \cdot (0,9 \cdot 0,15 + 1,5 \cdot 0,32 \cdot -0,48) \cdot 1,29 = -0,06 \text{ kN} < 3,9 \text{ kN}$
(Z-14.4-631)	Randklemme	$F_z = 0,25 \cdot (0,9 \cdot 0,15 + 1,5 \cdot 0,32 \cdot -0,48) \cdot 1,29 = -0,03 \text{ kN} < 1,7 \text{ kN}$

KlickTop Kreuzverbinder: Die Kräfte entsprechen der vertoriellen Zerlegung der Kräfte an den Modulklemmen
 (Z-14.4-631) $F_{E,d} = F_z \cdot \cos 13^\circ = -0,060 \text{ kN}$ $V_{E,d} = F_z \cdot \sin 13^\circ = -0,014 \text{ kN}$

Nachweis $-0,06 / 4,2 + 0,0 / 3,9 = |-0,02| < 1,0$
 Dieser Nachweis beinhaltet auch die Profile zur Aufnahme der Module

Schematischer Dachbelegungsplan

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)
2	20,6 kg (6 0)	20,6 kg (6 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	20,6 kg (6 0)	20,6 kg (6 0)
3	20,6 kg (6 0)	10,3 kg (3 0)	0,0 kg (0 0)	0,0 kg (0 0)	0,0 kg (0 0)	0,0 kg (0 0)	10,3 kg (3 0)	20,6 kg (6 0)
4	10,3 kg (3 0)	0,0 kg (0 0)	0,0 kg (0 0)	0,0 kg (0 0)	0,0 kg (0 0)	0,0 kg (0 0)	0,0 kg (0 0)	10,3 kg (3 0)
5	20,6 kg (6 0)	10,3 kg (3 0)	0,0 kg (0 0)	0,0 kg (0 0)	0,0 kg (0 0)	0,0 kg (0 0)	10,3 kg (3 0)	20,6 kg (6 0)
6	20,6 kg (6 0)	20,6 kg (6 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	20,6 kg (6 0)	20,6 kg (6 0)
7	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)	10,3 kg (3 0)

L = 2.150 mm

Werte in Klammern (x|y): (x) Anzahl der benötigten Ballaststeine (20 x 10 x 8 cm à 3,5 kg/Stein)
 (y) Anzahl der benötigten Ballastwannen