

RABLE

Unlocking the solar energy potential of
all roofs

RABLE4Roofs Ballastvrij Montagesysteem

- **Innovatief Vakwerkprincipe:** Uniek ballastvrij en zelfdragend systeem dankzij geavanceerd vakwerkprincipe.
- **Maximale Overspanning:** Mogelijkheid tot aanzienlijke overspanning van dakbalken tot 25 meter voor diverse daktypen.
- **Gelijkmatige Gewichtsverdeling:** De gehele belaste oppervlakte draagt een gelijke belasting, van 7 kg/m² tot 13 kg/m² voor lichtgewicht en standaardpanelen resp.
- **Stabiliteit & Schaalbaarheid:** Plaatsing van dakankers vrijwel alleen op de hoeken van een veld, tot 80% minder dakankers dan conventionele systemen, voor een veilige en efficiënte montage.



Relevante normen

NEN 1010

Volledig metalen constructie met
excellente aarding & vereffening

NEN 7250

Aangeleverd conform krachten normering
op basis van Eurocodes

SCOPE 12

RABLE-installaties zijn geïnspecteerd en
akkoord bevonden door SCOPE 12
inspecteurs

15 jaar
Garantie

Full Specs

Technische Eigenschappen RABLE4roofs en RABLE8roofs

Algemeen		RABLE4Roofs	RABLE8Roofs	
Daktype	Platte daken, max. helling 10°	Panelen per systeem	4	8
Materiaal	Magnelis verzinkt staal	Lengte Systeem (mm)	4800	9500
Breedte Systeem	Paneel lengte +24mm	Max. Overspanning (m)	10	25
Panelen	Universele toepassing			
Opstelling	Oost West			
Hellingshoek Systeem	12,5°			

Uniek Vakwerkprincipe

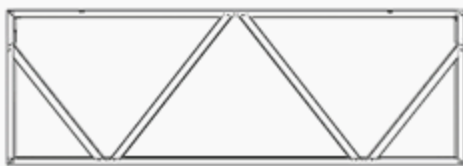
Door middel van de gepatenteerde stalen kabel wordt er een vakwerk gevormd in de lengterichting. Het centrale hekwerk vormt een vakwerk in de breedte richting. Deze twee vakwerken over twee assen vormt een extreem stijve structuur.

De stalen kabel creëert een buigweerstand in de lengterichting, waardoor een aanzienlijke overspanningen, tot maximaal 25 meter, gerealiseerd kan worden. De rigide constructie zorgt voor een gelijkmatige gewichtsverdeling over het gehele veld, die steunt op de balken en spanten van het dak. De vakwerkstructuur zorgt niet alleen voor een efficiënte draagkracht, maar minimaliseert ook de belasting op de dakplaten, waardoor het systeem geschikt is voor daken waarbij geen extra belasting op de dakplaten mogelijk is.

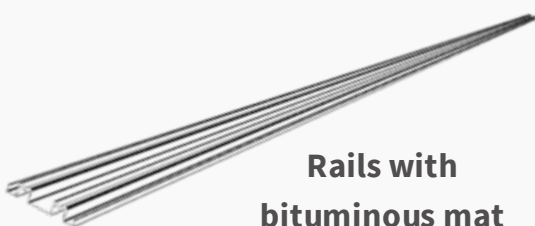
- Gewicht van de onderconstructie bedraagt maximaal 3 kg/m²
- Maximale dakbelasting van 7 kg/m² met lichtgewicht panelen, of 13 kg/m² met reguliere panelen
- Geschikt voor daken waarbij dakplaten bezwijken
- Voor advies over toegestane dakbelasting, neem contact op met RABLE



Expandable Side



Customized Center



Rails with bituminous mat

Windtunneltest

De **TU Delft** heeft in opdracht van RABLE Group B.V. windtunnelonderzoeken u uitgevoerd conform de CUR aanbeveling 103.

De resultaten zijn door RABLE B.V. Group verwerkt in calculatietabellen voor opzet van leg- en ankerplannen voor PV-installaties conform NEN 7250 en Eurocodes.

Windtunneltests waren bedoeld om inzicht te krijgen in de belastingen op de montagestructuur onder verschillende weersomstandigheden. Uit het onderzoek en simulaties en analyses bleek dat RABLE het aantal dak-ankers aanzienlijk kan verminderen (tot 80% minder dan geankerde systemen) zonder dat dit de stabiliteit en veiligheid van de structuur beïnvloedt. Dit resulteert in een kost effectievere oplossing die tevens het risico op dak-beschadiging en lekkage vermindert.

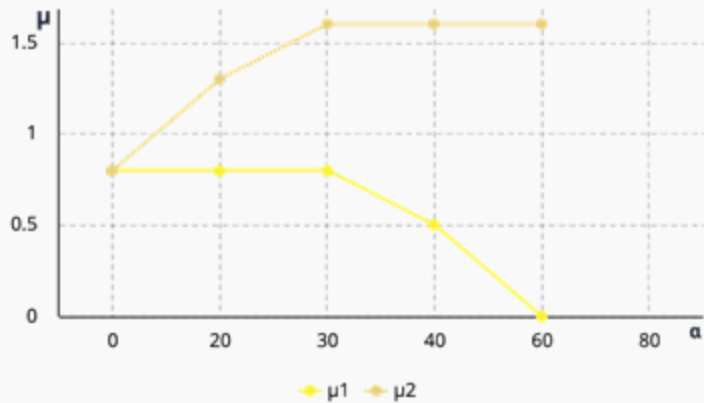
Belastingen

Sneeuwbelasting coëfficiënt conform NEN-EN-1991-1-3

De referentieperiode voor PV-systemen wordt gesteld op 15 jaar. Hierbij mag de sneeuwbelasting (0.7 kN/m² in Nederland) gereduceerd worden met 25%, niet te verwarren met de reductie voor plat dak, waarbij met 20% gereduceerd mag worden).

Daarnaast mag een reductie van 3% worden toegepast volgens Eurocode NEN-EN 1991-1-3 Algemene belastingen – Sneeuwbelasting. Deze berekening is uitgevoerd op basis van de hellingshoek van 12.5° welke voor EW-series van RABLE van toepassing is.

μ1 geeft 0,80 en μ2 geeft 1,13 waarbij μ-gemiddeld resulteert in 0,97
Sneeuwbelasting RABLE: 0,7 · 0,75 · 0,97 = 0,51 kN/m²



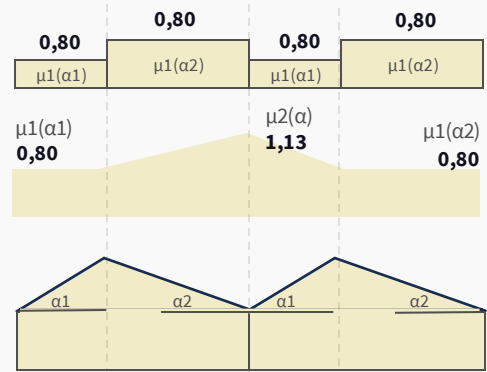
Daken met meer dan één overspanning

Dakhelling α1 = 10

Dakhelling α2 = 15

Sneeuw kan onbelemmerd afglijden = ja

Gemiddelde dakhelling = (α1 + α2)/2 = 12.5°



Belastingcombinatiefactoren

Voor de belastingcombinatiefactoren dienen de factoren voor verbouw gebruikt te worden.

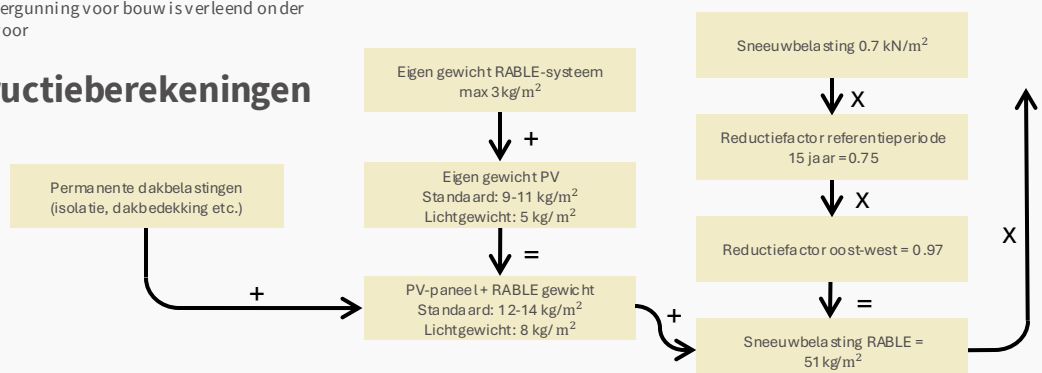
Bovenstaande uitgangspunten zijn gebruikelijk voor de constructieberekeningen. De eigen stijfheid van het RABLE-systeem wordt hierbij niet meegenomen in de constructie van het dak. Mocht na doorrekening van de dakconstructie met bovenstaande uitgangspunten het dak onvoldoende sterk zijn, is het mogelijk de dakconstructie ook door te rekenen, inclusief de stijfheid van het RABLE-systeem. Op deze manier kan er vrijwel altijd een oplossing gevonden worden. Vraag naar de mogelijkheden indien dit gewenst is.

	Blijvende belastingen	Overheersende veranderlijke belasting anders dan wind	Veranderlijke wind maatgevende belasting
Vgl 6.10a			
CC1	1,15	1,10	1,20
CC2	1,30 (1,20)	1,30	1,40
CC3	1,40 (1,30)	1,50	1,60 (1,50)
Vgl 6.10b			
CC1	1,05	1,10	1,20
CC2	1,15	1,30	1,40
CC3	1,25 (1,20)	1,50	1,60 (1,50)

Tabel: belastingfactoren voor gebouwen bij verbouw op basis van NEN 8700; waarden tussen haakjes gelden alleen voor gebouwen waarvoor een omgevingsvergunning voor bouw is verleend onder Bouwbesluit 2003 of daarvoor

Input constructieberekeningen

RABLE verdeelde belasting



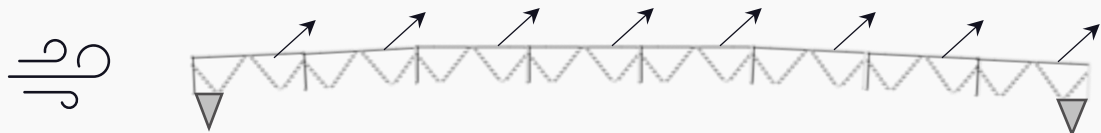
Expert Rapportage

Toelichting Ankerplan

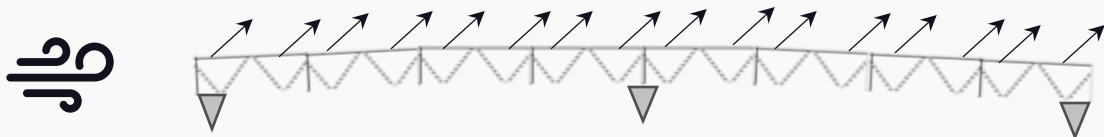
Op basis van de windtunneltesten is de liftcoëfficiënt op de RABLE-onderconstructie bepaald. Met behulp van deze coëfficiënt en de maximale stuwdruk, welke afhankelijk is van de factoren **Gebouwhoogte, Windzone, Bebouwingsgraad** wordt de opwaartse kracht op het systeem uitgerekend.

Door gebruik te maken van de **Eindige Elementen Methode (EEM)** is de sterkte en stijfheid van van de RABLE-onderconstructie bepaald. In combinatie met deze stijfheid en sterkte, en de opwaartse kracht (afhankelijk van hiervoor besproken factoren) op het systeem, wordt het aantal en de positie van de ankers bepaald. Hierbij wordt er uitgegaan van een maximale ankerkracht van 150 kg per anker.

Windzone 3 | Bebouwd gebied | Laag gebouw



Windzone 1 | Onbebouwd gebied | Hoog gebouw



NEN 1010

Meting nr.	Eerste meetpunt	Tweede meetpunt	Lengte tracé (geschat)	Weerstand	Afwijking
1	Meetpunt onderconstructie	Meetpunt onderconstructie	2,00 meter	0,03 Ohm	Nee
2	Meetpunt onderconstructie	Meetpunt onderconstructie	4,00 meter	0,03 Ohm	Nee
3	Meetpunt onderconstructie	Meetpunt onderconstructie	6,00 meter	0,04 Ohm	Nee
4	Meetpunt onderconstructie	Meetpunt onderconstructie	1,00 meter	0,07 Ohm	Nee

Inspectie SCIOS V2.0 | 21-04-2023 | Chris van Emmerik
12996 Inspectierapport SCOPE 12 RABLE-Onderconstructie



SCOPE 12 Inspectie DBD

Draagkracht

De draagkracht van de constructie van het gebouw is onvoldoende om een conventionele zonnestroominstallatie te kunnen dragen welke op zijn plaats wordt gehouden door ballast.

Door het toepassen van deze nieuw ontwikkelde montageconstructie is ballast niet nodig om het systeem op zijn plaats te houden. Het totale (pilot) systeem is op de vier hoeken gefixeerd aan de constructie. Volgens de constructieberekeningen blijven alle gewichten binnen de marges van het geen de constructie extra zou kunnen dragen.

Conclusie

Het is een innovatieve installatie die potentie heeft om veel toegepast te kunnen gaan worden.

Corrosie Magnelis

Type Approval and decision on production control
SC0559-13

Steel flat products for cold forming coated with Magnelis® ZM310

Holder/Issued to
ArcelorMittal Europe - Flat Products
1190 LUXEMBOURG, LUXEMBOURG

Product description
Steel flat products for cold forming coated with Magnelis® ZM310. Products are manufactured in accordance with EN 10346:2015 with steel grades as specified in table 1, table 2 and table 3 of the standard. Magnelis® ZM310 is a corrosion protective alloyed coating composed of zinc, aluminium and magnesium.

Intended use
Products and structures manufactured from steel flat products for indoor- and outdoor applications. Products coated with Magnelis® ZM310 are suitable for corrosivity category C5, according to EN-ISO 12944-2 described class, based on a deemed expected lifetime of 15 years.

Corrosie Magnelis

thyssenkrupp Materials (UK) Ltd

Aluminium Alloy 6005A - T6 Extrusion

Material Data Sheet

Specifications

- Commercial: 6005A
- EN: 6005A

Aluminium alloy 6005A is a medium strength, heat treatable alloy with excellent corrosion resistance. Alloy 6005 has properties between those of alloys 6061 and 6062 and can sometimes be used interchangeably with these alloys, but 6005 has better extrusion characteristics and a better mill surface finish. It is difficult to produce thin-wall or complicated extrusions in 6005, but it is still more extrudable than 6062. 6005A tube has very good bending properties.

Application

6005 and 6005A typically find application in intricate extrusions like: tubing for furniture, railway and bus profile structures, pylons, platforms and pipelines, portable ladders and sections where greater strength is needed than given by 6060 and 6063.

Voor parkeerterreinen

RABLE10carpark

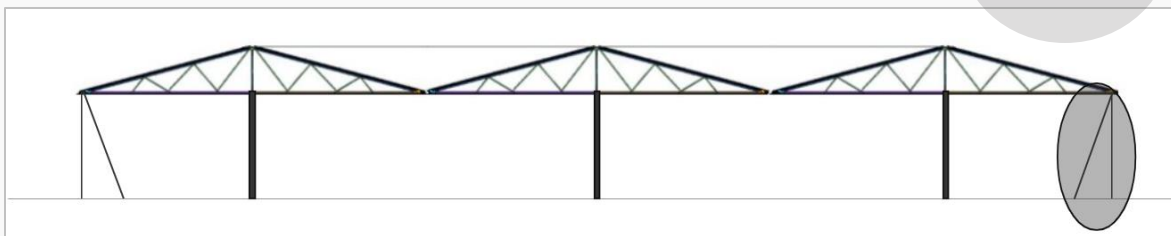
Algemeen

- **Maximale Capaciteit**
Ondersteunt 80 zonnepanelen per kolom, optimaliseert ruimte voor minstens 16 auto's op 300 m².
- **99% Waterdichtheid**
Voor een drogere parkeerervaring.
- **Kostenefficiënte Oplossing**
Met 50% minder steunkolommen ontstaat er een indrukwekkende business case van slechts €0,08 per kWh

Materiaal

- ✓ Gegalvaniseerd staal C5 of vergelijkbaar
- ✓ RVS 316 bevestigingsmateriaal

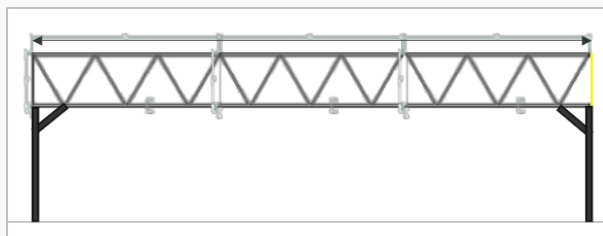
Verankering
alleen op
veldhoeken



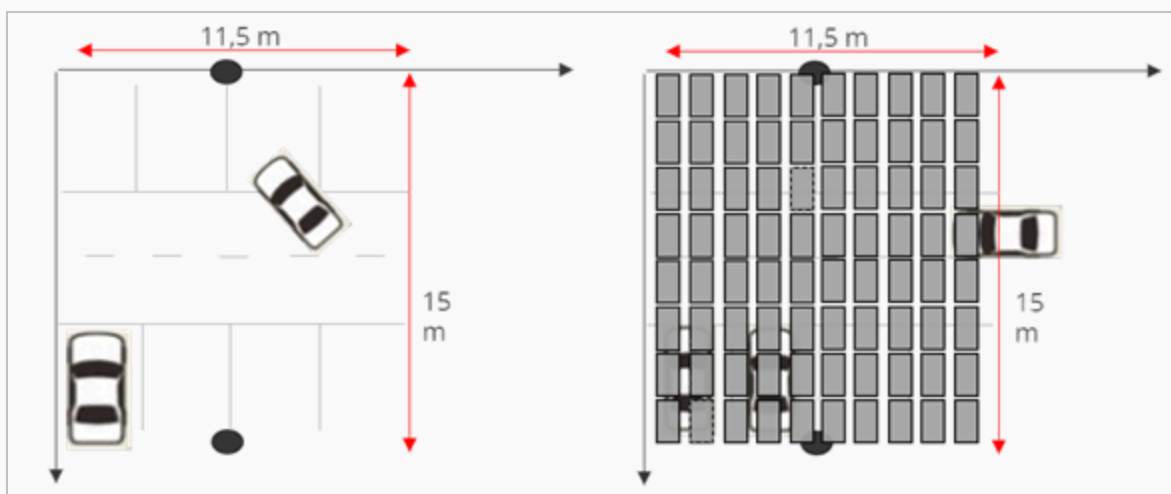
Lengterichting

Vakwerktechnologie voor optimale overspanning

De RABLE10carpark is voorzien van dezelfde vakwerktechnologie die toegepast wordt in RABLE4roofs. Dankzij de inzet van stalen kabels biedt deze technologie een aanzienlijk verbeterde overspanningscapaciteit. Waar traditionele systemen doorgaans elke 5 meter een steunpilaar of -kolom vereisen, maakt onze geavanceerde benadering het mogelijk om deze ondersteuningspunten uit te breiden naar elke 11,5 meter over een breedte van 15 à 16 meter.



Dwarsrichting



Hotspot impact

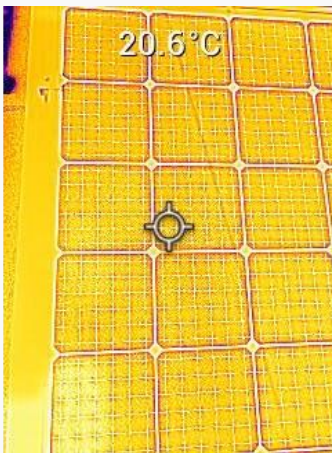
RABLE heeft de potentiële hotspotimpact van de kabel gemeten door twee methoden toe te passen: gebruik van directe temperatuurmetingen en gebruik van een warmtecamera.

De meetomstandigheden op het zomerse middaguur zonder bewolking op 1 september 2022 wezen op een temperatuurverschil van 0,7 °C tussen het beschaduwde deel van het paneel en de paneelkabel, wat niet nadelig is voor de prestaties van het paneel op korte of lange termijn.

Op afbeelding 1 worden warmtebeeldopnamen van de zonnepanelen getoond, inclusief de schaduw van de staalkabel. Zoals op de foto's te zien is, zijn er geen hotspots aanwezig.



Afbeelding 1: afbeelding van de RABLE-testopstelling inclusief warmtebeeldcamera



Afbeelding 2: Foto van de warmtebeeldcamera



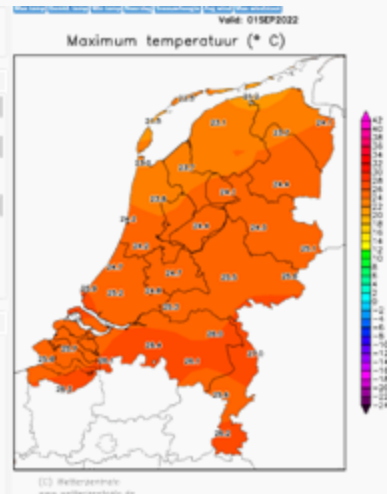
Afbeelding 3: Temperatuurmeting van een deel van een PV-cel in de schaduw, met infrarood laserthermometer



Afbeelding 4: Temperatuurmeting van een deel van een PV-cel in de zon, met een infraroodlaserthermometer

Op afbeeldingen 3 en 4 is het verschil in temperatuur tussen het directe en indirecte (schaduw) zonlicht te zien. Dit temperatuurverschil is 0,7 °C. De metingen hebben plaatsgevonden op 1 september 2022 om 13:00 uur.

Weergegevens van donderdag 1 september 2022				Weerslag			
Temperatuur (°C)	Opbrengen	Nacht	Afvalgen	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal
	19.2	10.2	10.2	19.2	10.2	19.2	10.2
Seiwentemperatuur	19.2	10.2	10.2	19.2	10.2	19.2	10.2
Wind	Streek	Streek	Streek	Streek	Streek	Streek	Streek
Wind	10 km/h	10 km/h	10 km/h	10 km/h	10 km/h	10 km/h	10 km/h
Windrichting	10 km/h	10 km/h	10 km/h	10 km/h	10 km/h	10 km/h	10 km/h
Relatieve vochtigheid	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Relatieve vochtigheid	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Relatieve vochtigheid	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%



Afbeelding 5



Afbeelding 6

Figuur 5 laat de buitentemperatuur op 1 september 2022 zien en toont de temperaturen in Nederland tijdens de metingen. In figuur 6 is te zien dat het omliggende dakoppervlak een temperatuur van 40 graden overschrijdt tijdens de uitvoering van de metingen

Concluderend tot de thermische beeldvorming en temperatuurmetingen van schaduw veroorzaakt door de staalkabel **geen nadelige effecten** op de prestaties van het paneel op korte of lange termijn.