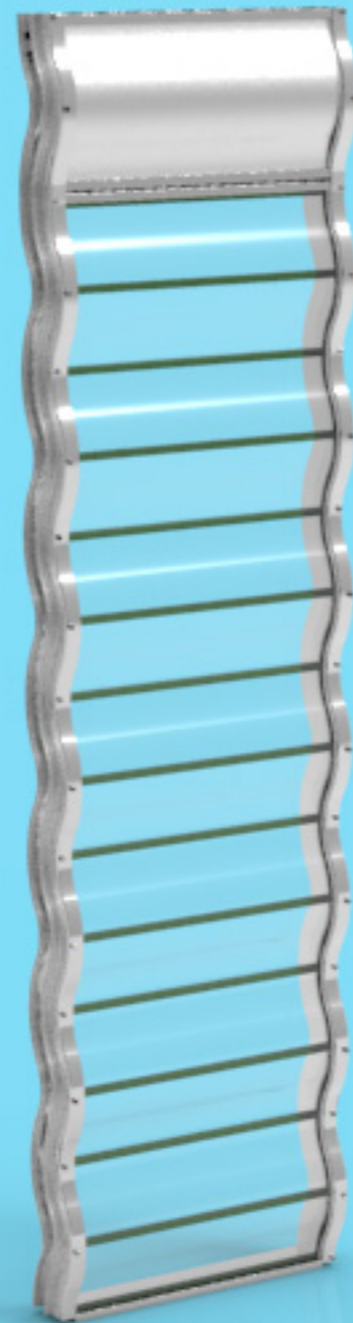


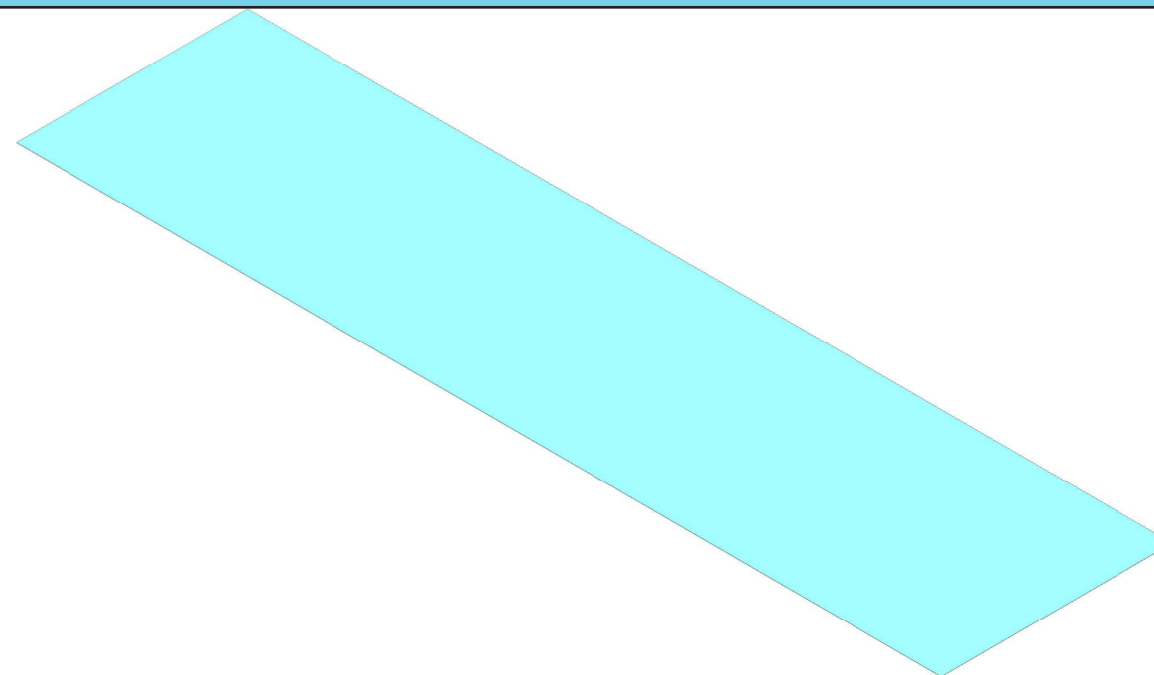
# Gebogen Sandwich Paneel

Een onderzoek naar de haalbaarheid van transparante sandwich gevelpanelen





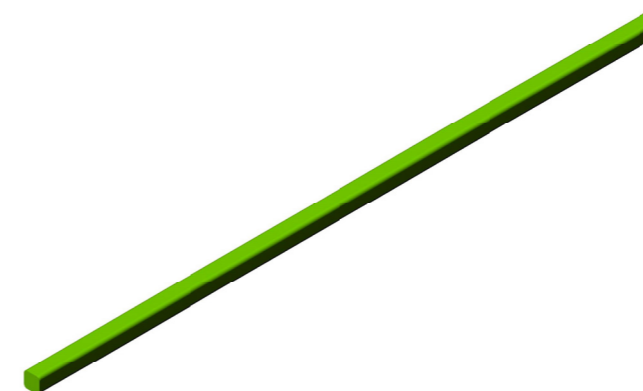
Dun glas



Lijm



GFRP Profielen



Onderzoeksvraag: **Hoe wordt een gebogen façade element gemaakt uit dun glas en hoe wordt dit element geïmplementeerd in de utiliteitsbouw?**

1. Welk lijm soort is geschikt om gebogen dun glas panelen te verlijmen met GFRP profielen om een sandwich constructie te creëren?

Onderzoeksvraag: **Hoe wordt een gebogen façade element gemaakt uit dun glas en hoe wordt dit element geïmplementeerd in de utiliteitsbouw?**

1. Welk lijm soort is geschikt om gebogen dun glas panelen te verlijmen met GFRP profielen om een sandwich constructie te creëren?
2. Wat zijn de mogelijke oplettingen voor een enkel laag dun glas paneel? en wat voor invloed hebben deze oplettingen op dun glas op het gebied van doorbuiging en spanning?

Onderzoeksvraag: **Hoe wordt een gebogen façade element gemaakt uit dun glas en hoe wordt dit element geïmplementeerd in de utiliteitsbouw?**

1. Welk lijm soort is geschikt om gebogen dun glas panelen te verlijmen met GFRP profielen om een sandwich constructie te creëren?
2. Wat zijn de mogelijke opleggingen voor een enkel laags dun glas paneel? en wat voor invloed hebben deze opleggingen op dun glas op het gebied van doorbuiging en spanningen?
3. Wat is de invloed van koud buigen op dun glas, met betrekking tot de opwekking van trekspanning? Wat is de invloed daarvan op zijn draagcapaciteit vergeleken met een plat paneel?

**Onderzoeksvraag: Hoe wordt een gebogen façade element gemaakt uit dun glas en hoe wordt dit element geïmplementeerd in de utiliteitsbouw?**

1. Welk lijm soort is geschikt om gebogen dun glas panelen te verlijmen met GFRP profielen om een sandwich constructie te creëren?
2. Wat zijn de mogelijke opleggingen voor een enkel laags dun glas paneel? en wat voor invloed hebben deze opleggingen op dun glas op het gebied van doorbuiging en spanning?
3. Wat is de invloed van koud buigen op dun glas, met betrekking tot de opwekking van trekspanning? Wat is de invloed daarvan op zijn draagcapaciteit vergeleken met een plat paneel?
4. Welke configuratie elementen zijn nodig voor een gebogen gevelpaneel?

Presentatie inhoud

## **Materialen en Constructie**

1. Dun glas:
2. Versterkte polymeren door glasvezels (GFRP):
3. Lijmsoorten
4. Sandwich constructie

## **Opleggingen**

Twee zijdig enkel laag dun glas

Vier zijdig enkel laag dun glas

## **Koud buiging**

## **Configuratie & Implementatie**

## Dun glas:

Dun glas:  $0.1 \text{ mm} < \text{Dikte} < 2 \text{ mm}$

(Ultra) dun glass :  $0.025 \text{ mm} - 0.1 \text{ mm}$

Float glass :  $\geq 2 \text{ mm}$





## Dun glas:

Dun glas:  $0.1 \text{ mm} < \text{Dikte} < 2 \text{ mm}$

(Ultra) dun glass :  $0.025 \text{ mm} - 0.1 \text{ mm}$

Float glass :  $> 2 \text{ mm}$



## Dun glas wordt vooral gebruikt:

Een bescherming laag voor een beeldscherm van mobiele telefoon: hoge bestendigheid tegen krassen en stoten);

In applicaties waar hoge optische kwaliteit door gebrek aan ijzerdeeltjes in zijn compositie.

## Dun glas:

Dun glas:  $0.1 \text{ mm} < \text{Dikte} < 2 \text{ mm}$

(Ultra) dun glass :  $0.025 \text{ mm} - 0.1 \text{ mm}$

Float glass :  $> 2 \text{ mm}$



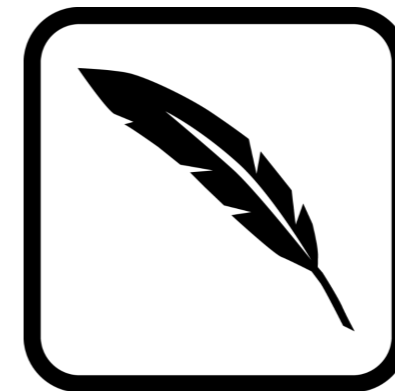
## Dun glas wordt vooral gebruikt:

Een bescherming laag voor een beeldscherm van mobiele telefoon: hoge bestendigheid tegen krassen en stoten);

In applicaties waar hoge optische kwaliteit door gebrek aan ijzerdeeltjes in zijn compositie.

## Relevante kenmerken:

- » Lichtgewicht (dikte) ;
- » Flexibiliteit (chemisch harden van glas).

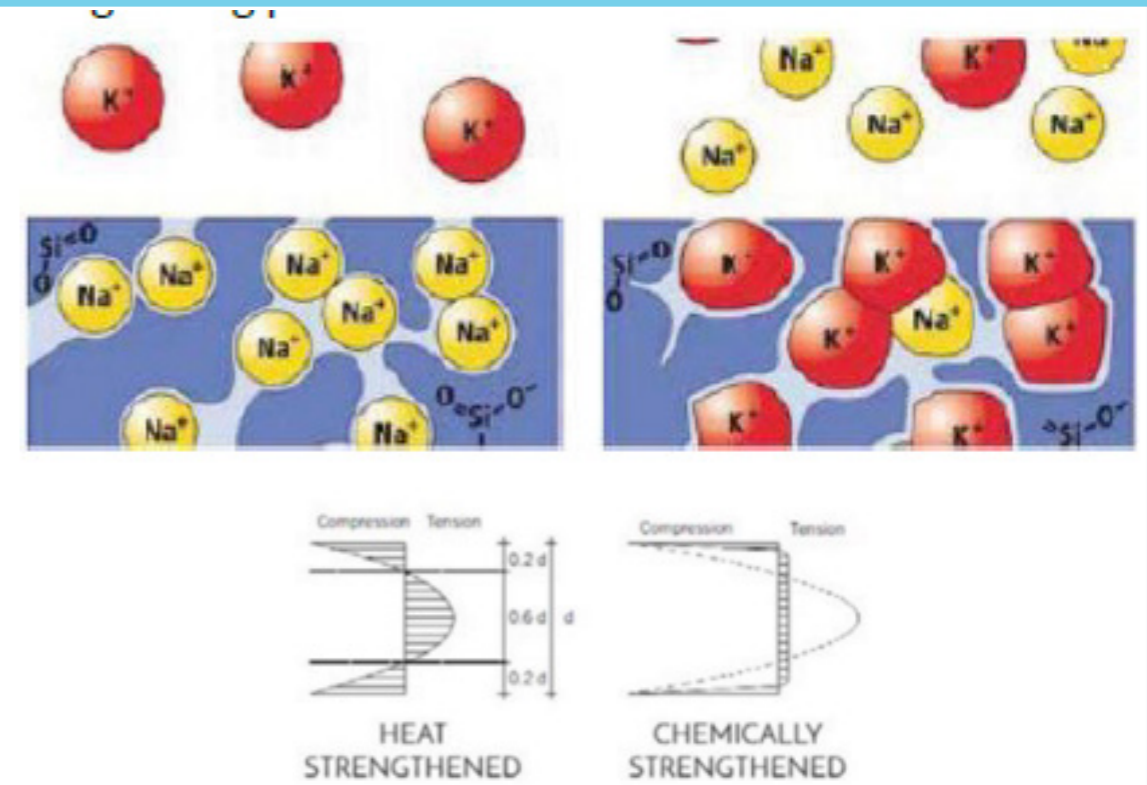


**LIGHTWEIGHT**

## Dun glas: Chemische verhardening

- Ionen (deeltjes) uitwisseling: Kleine natrium deeltjes in dun glas worden vervangen door grotere Kalium deeltjes die in het zoutbak bevinden;

- Trekspanning in het glas wordt veel kleiner vergeleken met thermische verhardening (flexibel).



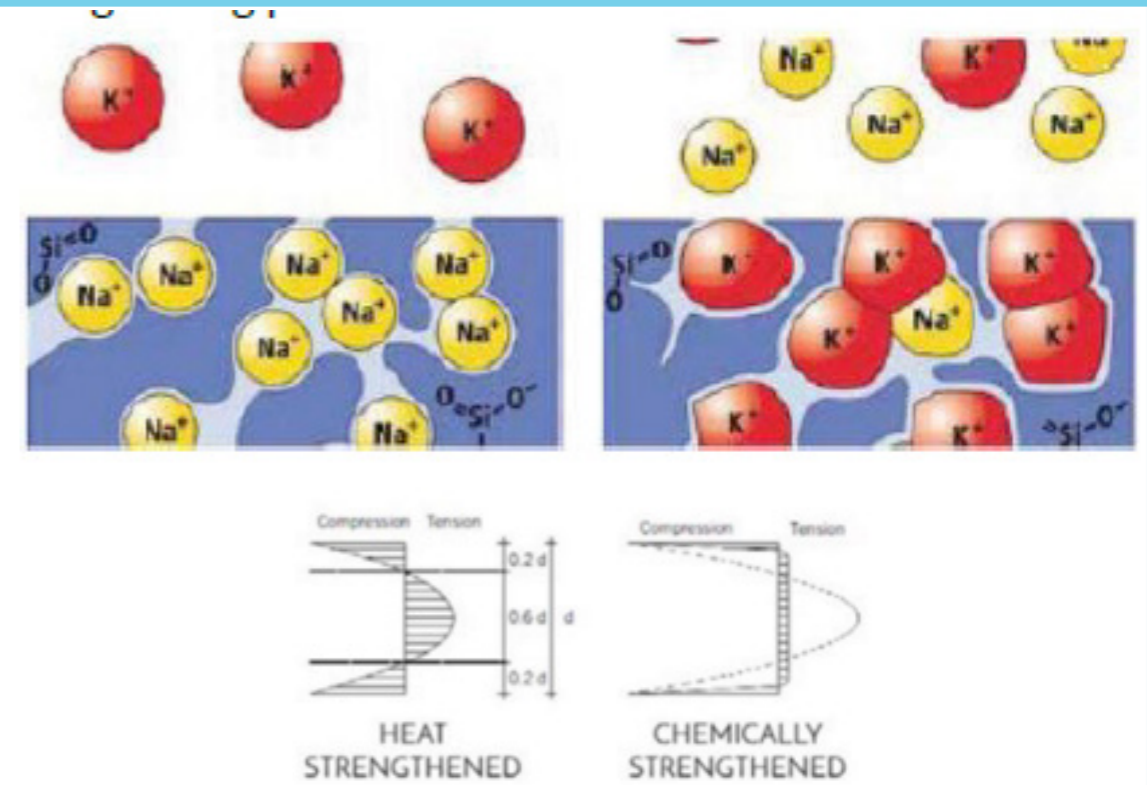
## Dun glas: Chemische verhardening

- Ionen (deeltjes) uitwisseling: Kleine natrium deeltjes in dun glas worden vervangen door grotere Kalium deeltjes die in het zoutbak bevinden;

- Trekspanning in het glas wordt veel kleiner vergeleken met thermische verhardening (flexibel).

## Grote fabrikanten van dun glas:

- AGC - Leoflex glass
- Corning- Gorilla glass
- Schott - Xenstion glass



**AGC**

CORNING

SCHOTT

## Versterkte polymeren door glasvezels (GFRP):

GFRP is een samenstelling van Glasvezels en Epoxy resin.

### Relevante kenmerken:

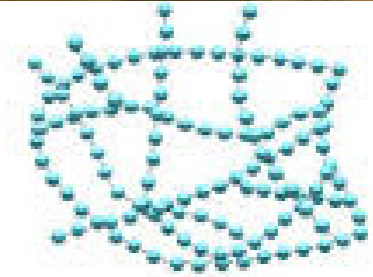
- Lichtgewicht;
- Hoge druk- en treksterkte;
- Een versterking element voor Beton en brugdekken.

### Glasvezels zijn voornamelijk verantwoordelijk voor:

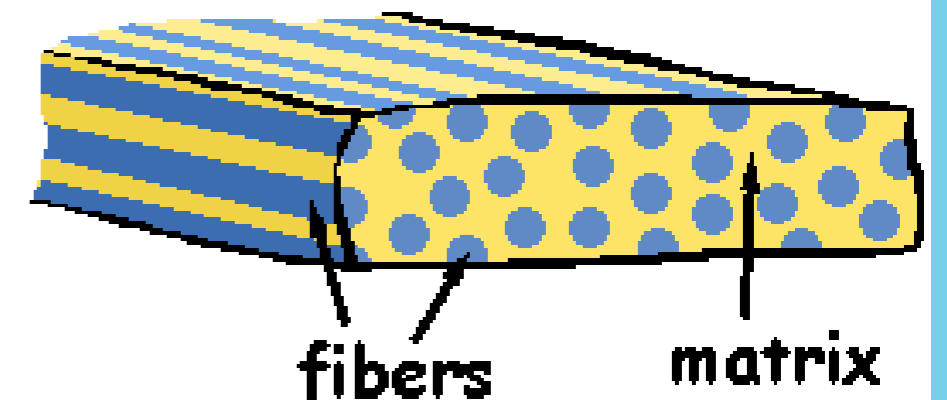
- De sterkte en de stijfheid van de composiet.
- Het dragen van trekspanningen.

### Epoxy resin:

- Thermoset polymer
- Hoge weerstand tegen chemicaliën en stoten.
- Fungeert als een matrix waarbij consequente verdeling van spanningen tussen de glasvezels.
- Beschermt de glasvezels tegen externe factoren & Vormgeving Composiet.



**Thermoset**



## Versterkte polymeren door glasvezels (GFRP):

GFRP is een samenstelling van Glasvezels en Epoxy resin.

### Relevante kenmerken:

- Lichtgewicht;
- Hoge druk- en treksterkte;
- Een versterking element voor Beton en brugdekken.



## Versterkte polymeren door glasvezels (GFRP):

GFRP is een samenstelling van Glasvezels en Epoxy resin.

### Relevante kenmerken:

- Lichtgewicht;
- Hoge druk- en treksterkte;
- Een versterking element voor Beton en brugdekken.

### Glasvezels zijn voornamelijk verantwoordelijk voor:

- De sterkte en de stijfheid van de composiet.
- Het dragen van trekspanningen.



## Versterkte polymeren door glasvezels (GFRP):

GFRP is een samenstelling van Glasvezels en Epoxy resin.

### Relevante kenmerken:

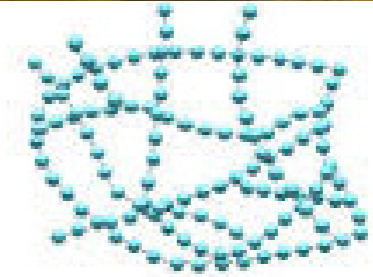
- Lichtgewicht;
- Hoge druk- en treksterkte;
- Een versterking element voor Beton en brugdekken.

### Glasvezels zijn voornamelijk verantwoordelijk voor:

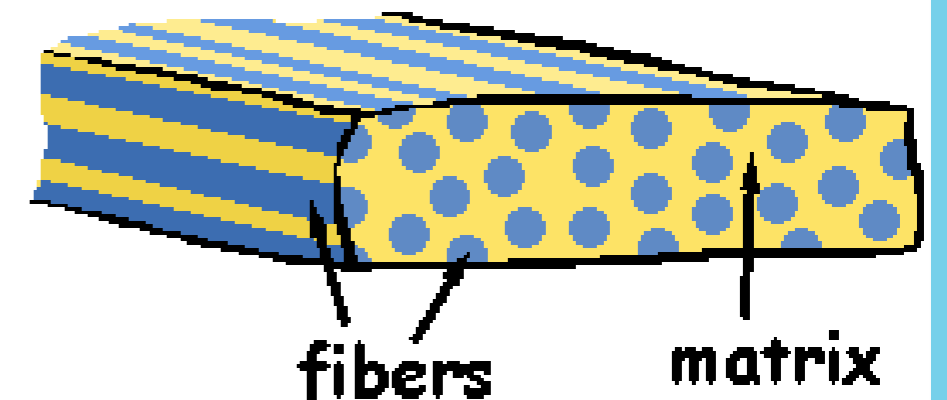
- De sterkte en de stijfheid van de composiet.
- Het dragen van trekspanningen.

### Epoxy resin:

- Thermoset polymer
- Hoge weerstand tegen chemicaliën en stoten.
- Fungeert als een matrix waarbij consequente verdeling van spanningen tussen de glasvezels.
- Beschermde de glasvezels tegen externe factoren & Vormgeving Composiet.



**Thermoset**





## Lijmsoorten

### Epoxy & Polyurethaan:

- Bestaat uit een mix van een resin en een hardener (2:1)
- Exacte verhouding is essentieel om de juiste mechanische eigenschappen te verkrijgen.

### Voordelen van epoxy:

- Biedt een uitstekende hechting voor keramieken, metalen en glas.
- Thermische weerstand en is bestendig tegen externe factoren van het milieu. (Corrosie).

## Lijmsoorten

### Epoxy & Polyurethaan:

- Bestaat uit een mix van een resin en een harder (2:1)
- Exacte verhouding is essentieel om de juiste mechanische eigenschappen te verkrijgen.

### Voordelen van epoxy:

- Biedt een uitstekende hechting voor ceramieken, metalen en glas.
- Thermische weerstand en is bestendig tegen externe factoren van het milieu. (Corrosie).

### Voordelen van Polyurethaan:

- Weerstand tegen dynamische krachten (wind). Het wordt gebruikt om autoruiten te verlijmen aan chassis.
- UV- Blocker is essentieel om polyurethaan te beschermen tegen UV-stralingen.



### 3. Lijmsoorten

#### Epoxy & Polyurethaan:

- Bestaat uit een mix van een resin en een harder (2:1)
- Exacte verhouding is essentieel om de juiste mechanische eigenschappen te verkrijgen.

#### Voordelen van epoxy:

- Biedt een uitstekende hechting voor ceramieken, metalen en glas.
- Thermische weerstand en is bestendig tegen externe factoren van het milieu. (Corrosie).

#### Voordelen van Polyurethaan:

- Weerstand tegen dynamische krachten (wind). Het wordt gebruikt om autoruiten te verlijmen aan chassis.
- UV- Blocker is essentieel om polyurethaan te beschermen tegen UV-stralingen.

#### Vergelijking:

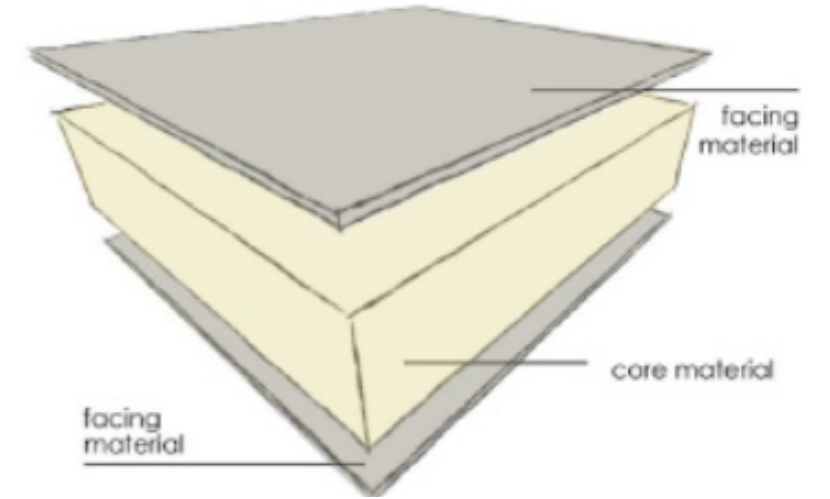
- Epoxy biedt stijver en sterker hechting vergeleken met polyurethaan, waarbij zijn uitrekingsvermogen lager is dan polyurethaan.
- Polyurethaan is beter geschikt voor het verlijmen van materialen met verschillende thermische uitzetting met het behouden van een constante constructieve hechting.



## 4. Sandwichconstructie

### Waar bestaat een sandwichconstructie uit?

- Twee bekledingslagen en een kern laag ( twee dun glas panelen van elk 1 mm) (GFRP profielen) ;



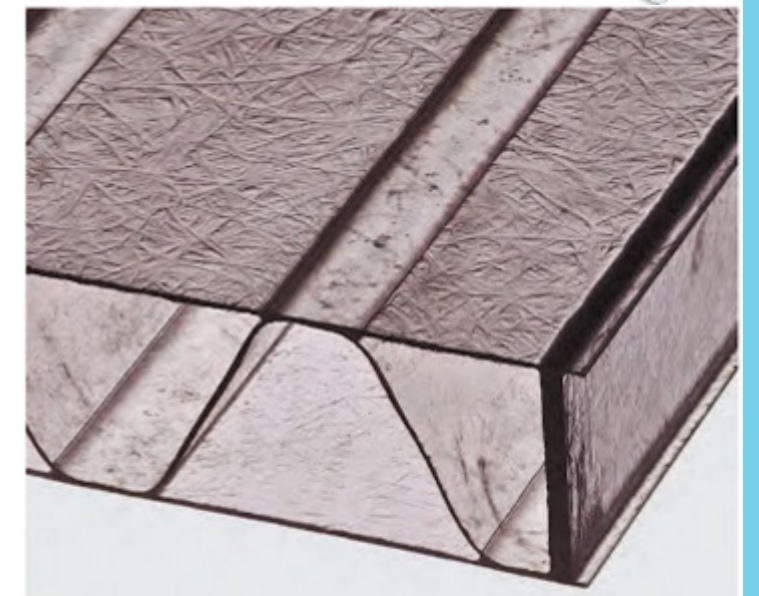
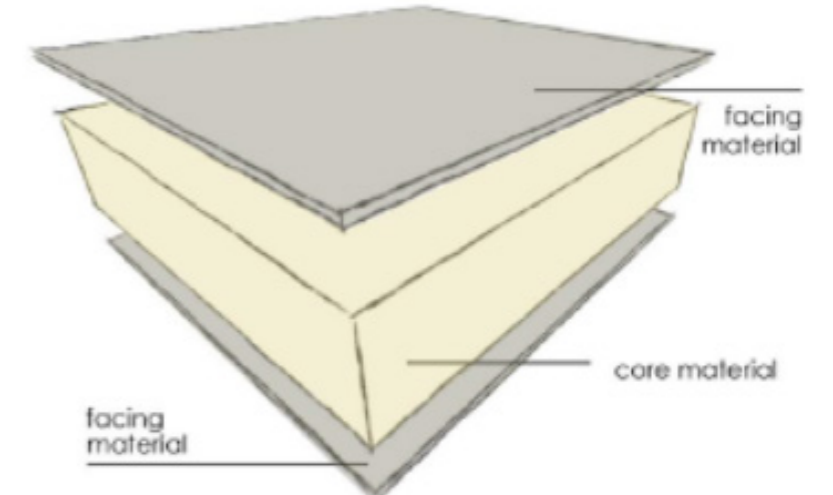
## 4. Sandwichconstructie

### Waar bestaat een sandwichconstructie uit?

- Twee bekledingslagen en een kern laag ( twee dun glas panelen van elk 1 mm) (GFRP profielen) ;

### Bekleding laag:

- Bepaalt de esthetische waarde van het sandwichpaneel.



## 4. Sandwichconstructie

### Waar bestaat een sandwichconstructie uit?

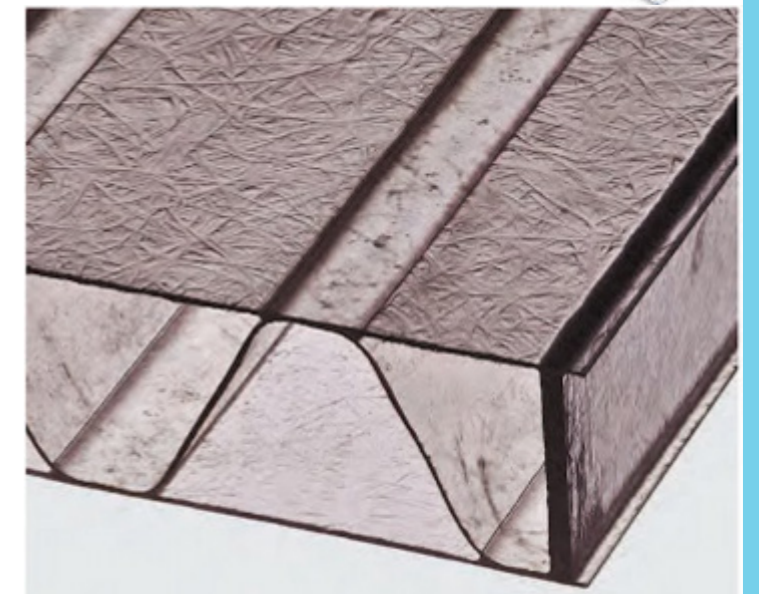
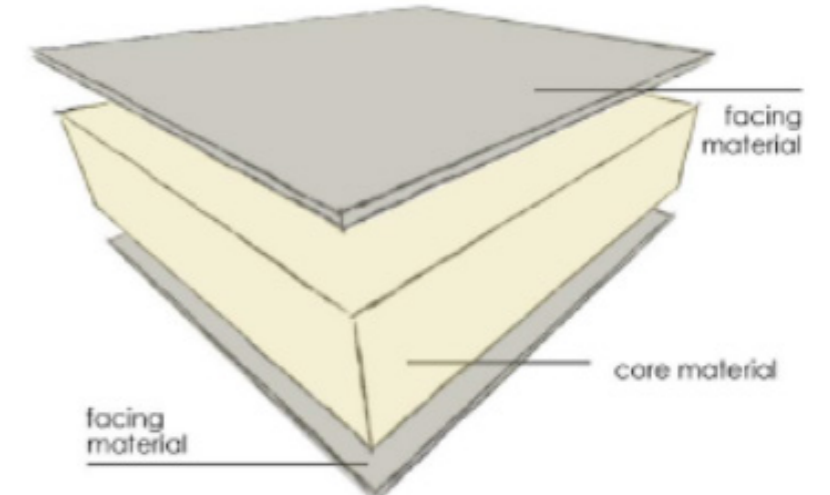
- Twee bekledingslagen en een kern laag ( twee dun glas panelen van elk 1 mm) (GFRP profielen) ;

### Bekleding laag:

- Bepaalt de esthetische waarde van het sandwichpaneel. ( translucient (polycarbonaten of GFRP , ondoorzichtig transparant (glas)).

### Rol van de kern laag:

- Lage dichtheid, om licht gewicht te garanderen.
- Draagcapaciteit, wat betreft windbelasting.
- Thermische isolatie.



## 4. Sandwichconstructie

### Waar bestaat een sandwichconstructie uit?

- Twee bekledingslagen en een kern laag ( twee dun glas panelen van elk 1 mm) (GFRP profielen) ;

### Bekleding laag:

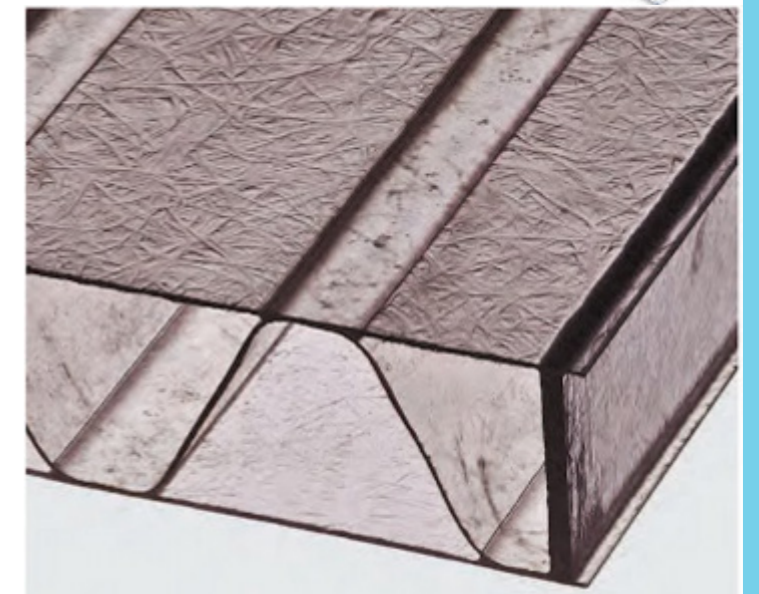
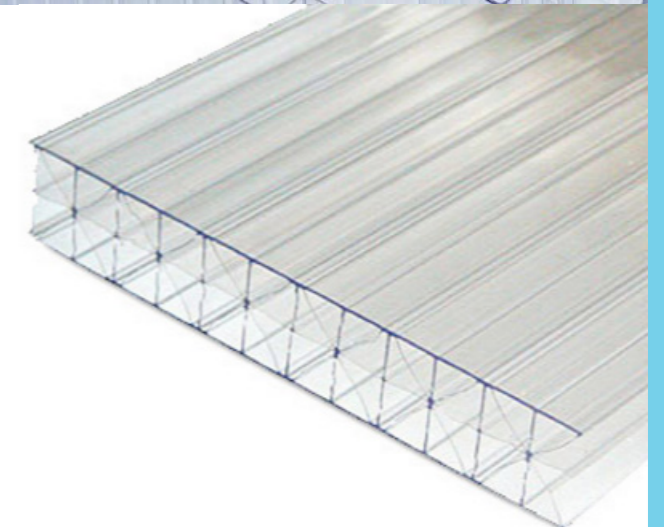
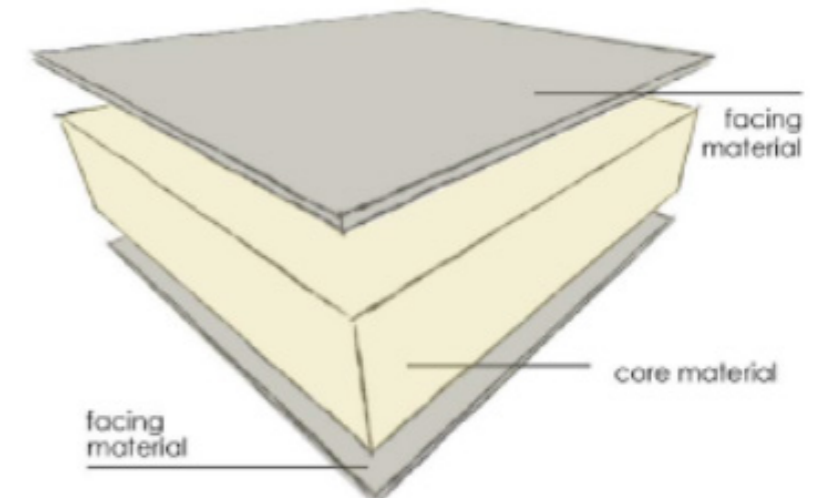
- Bepaalt de esthetische waarde van het sandwichpaneel.

### Rol van de kern laag:

- Lage dichtheid, om licht gewicht te garanderen.
- Draagcapaciteit, wat betreft windbelasting.
- Thermische isolatie.

### In het kort, een sandwichpaneel benadrukt 2 aspecten:

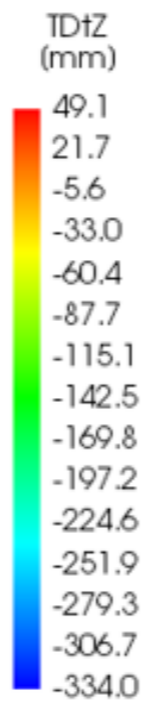
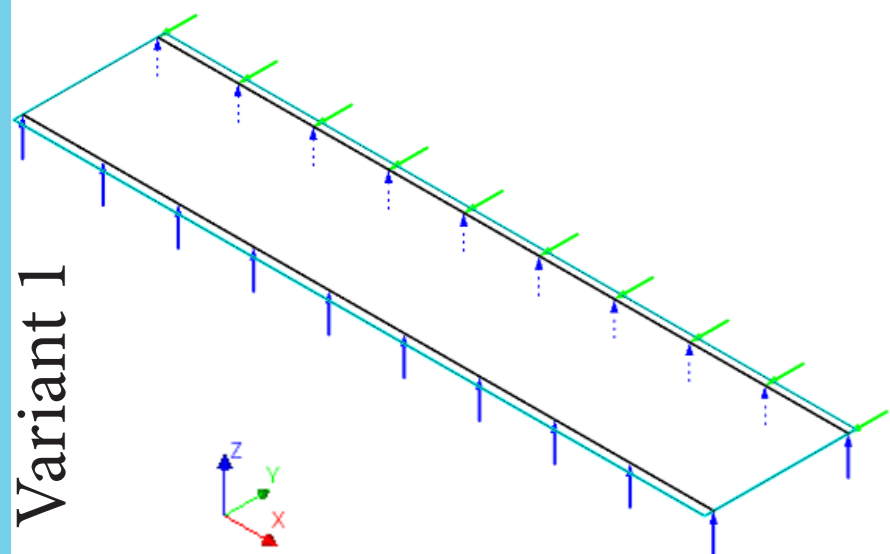
- Licht gewicht; economische voordelen voor de dragende constructie, lange overspanning
- Voldoende draagcapaciteit.



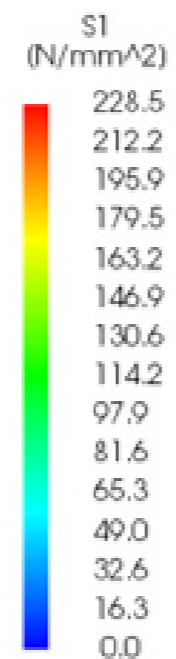
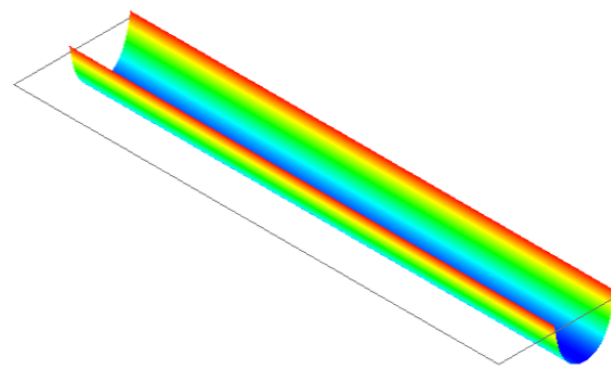
# Doorbuiging

# Hoofdspanning

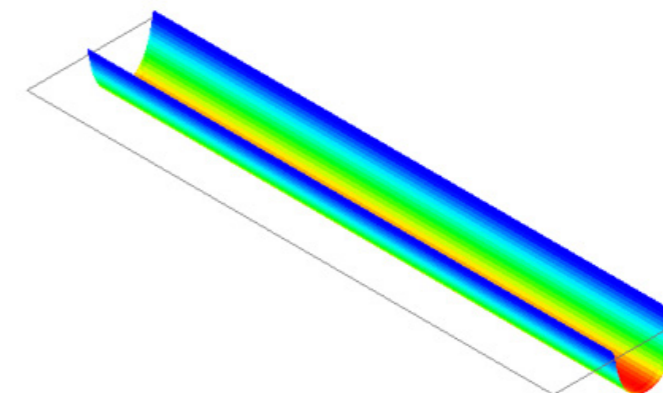
Variant 1



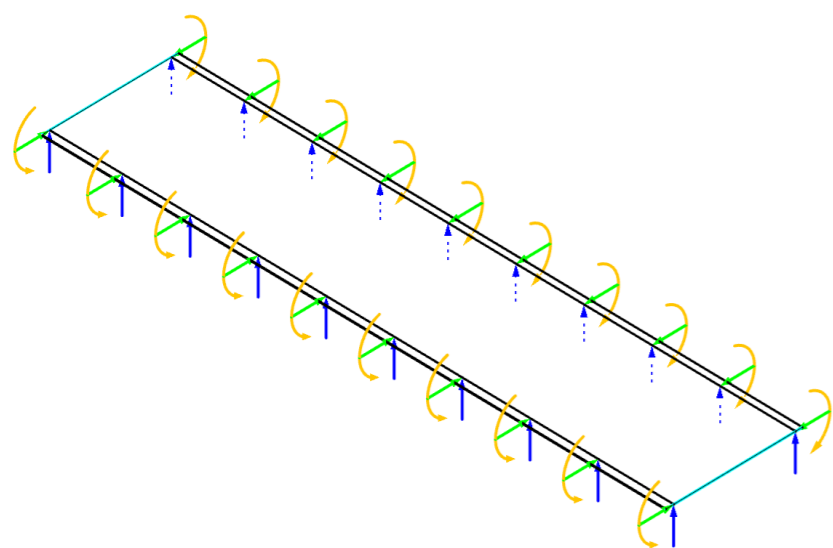
334 mm



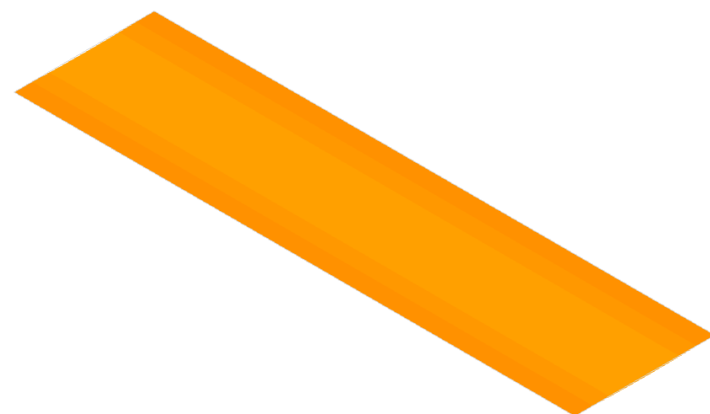
228.5 Mpa



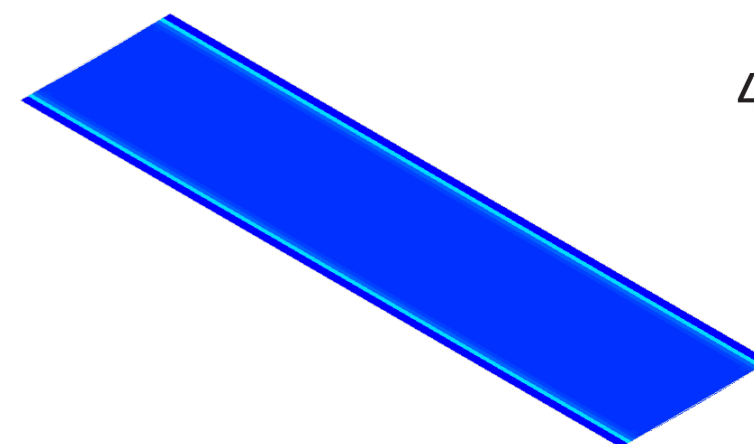
Variant 2



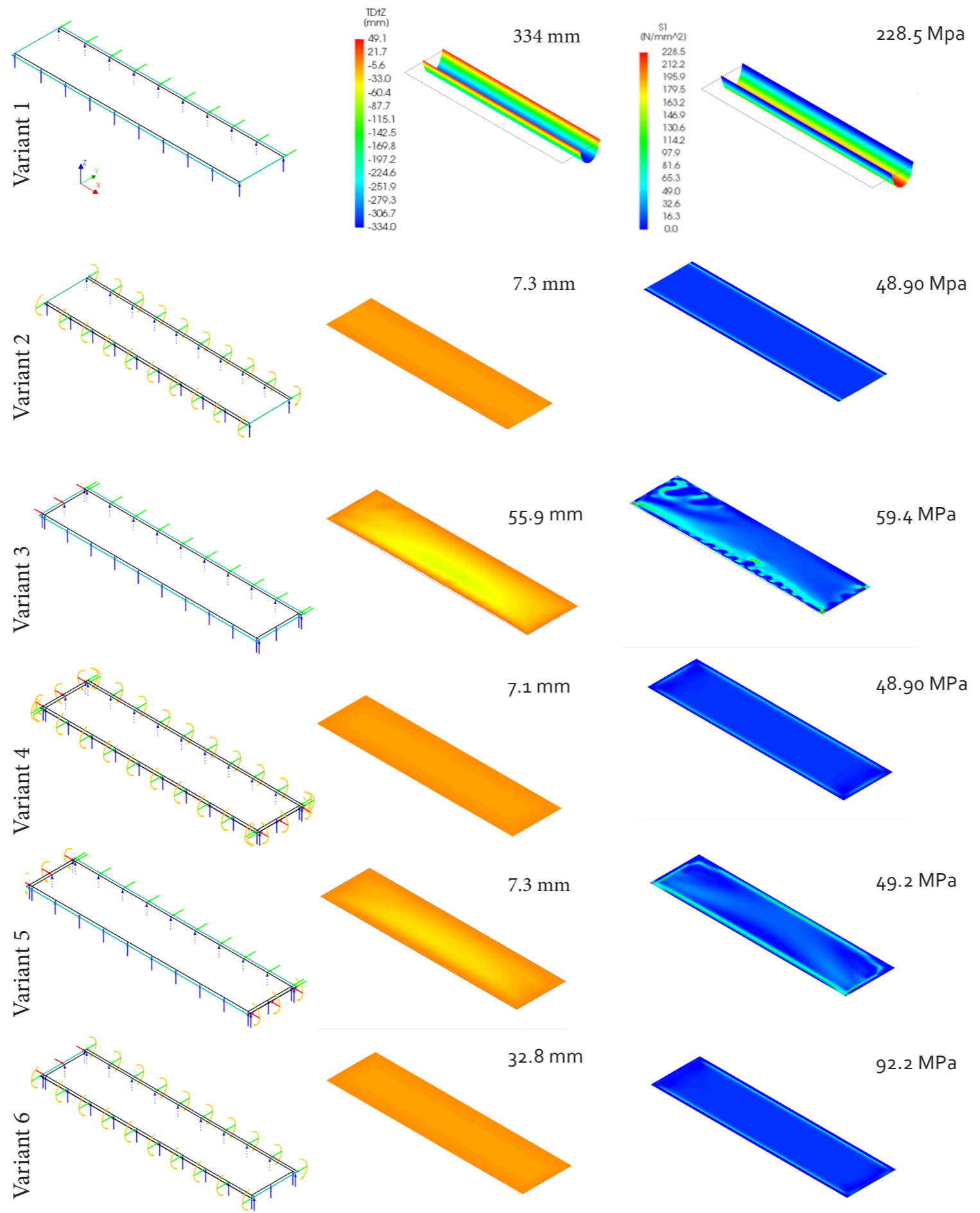
7.3 mm



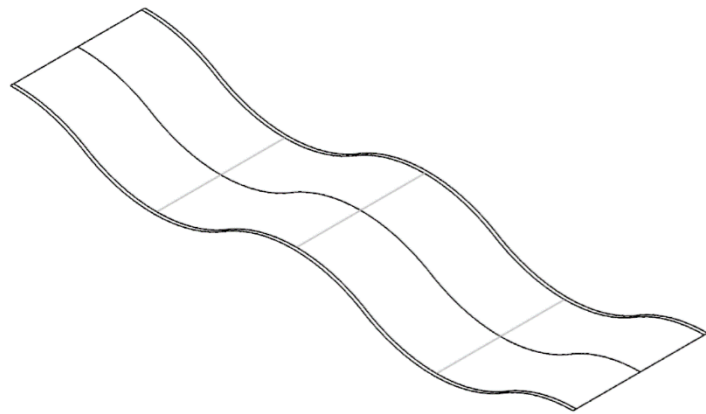
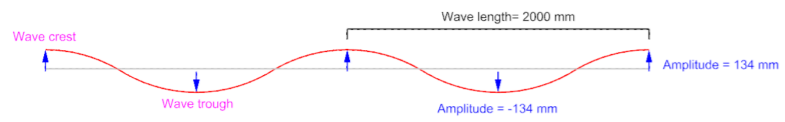
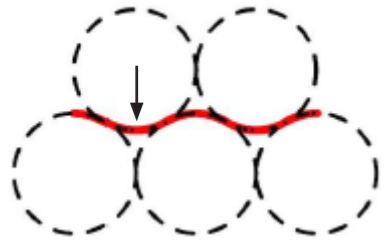
48.90 Mpa



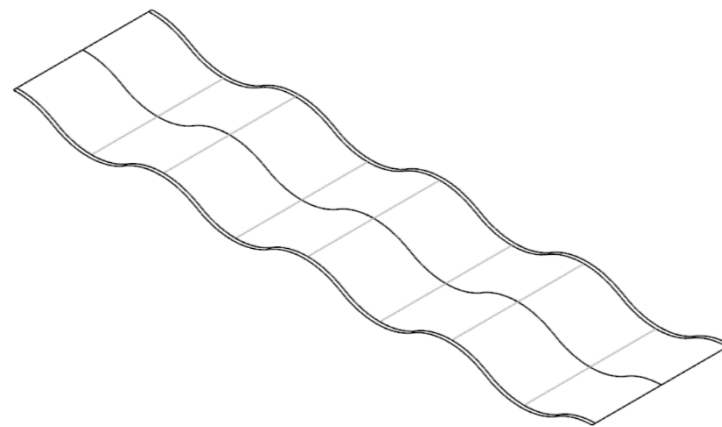
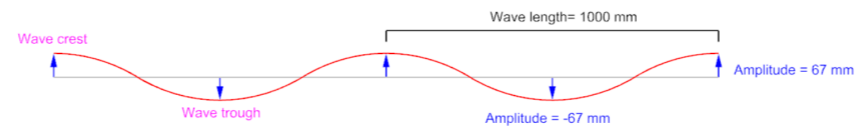
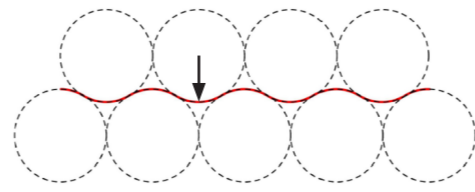




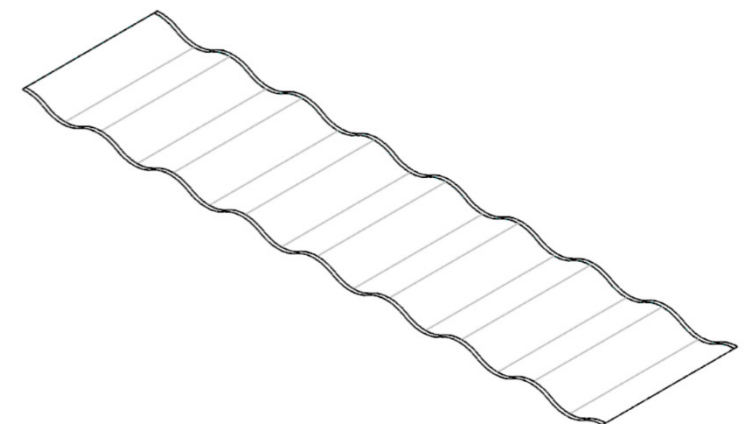
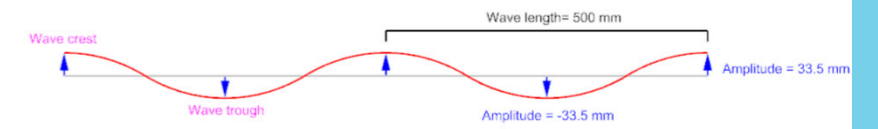
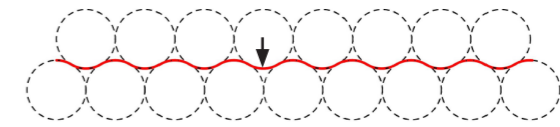
Radius= 1000 mm



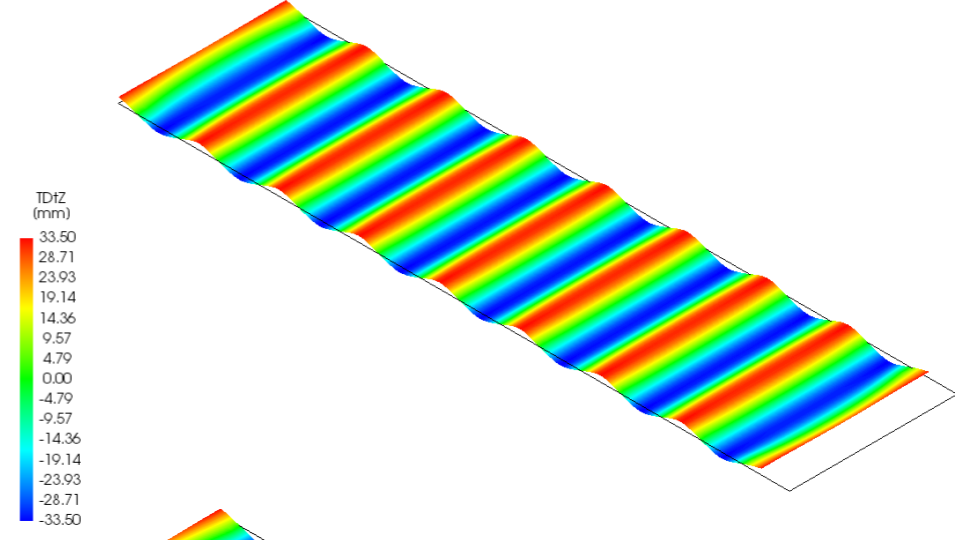
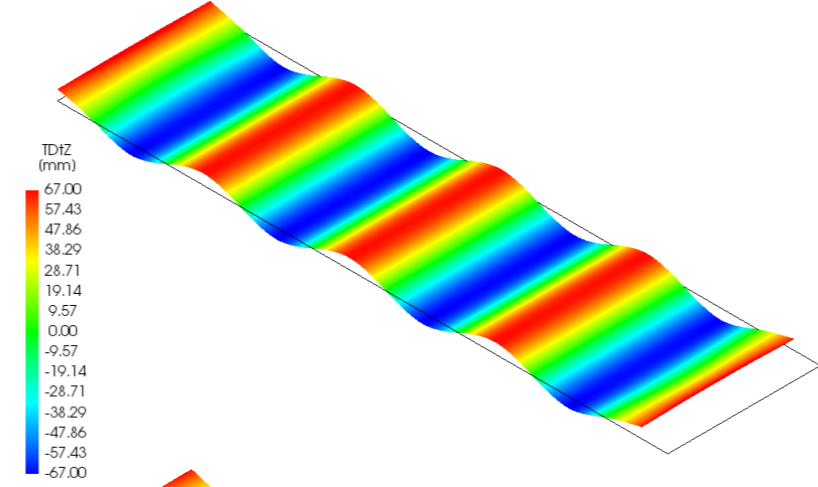
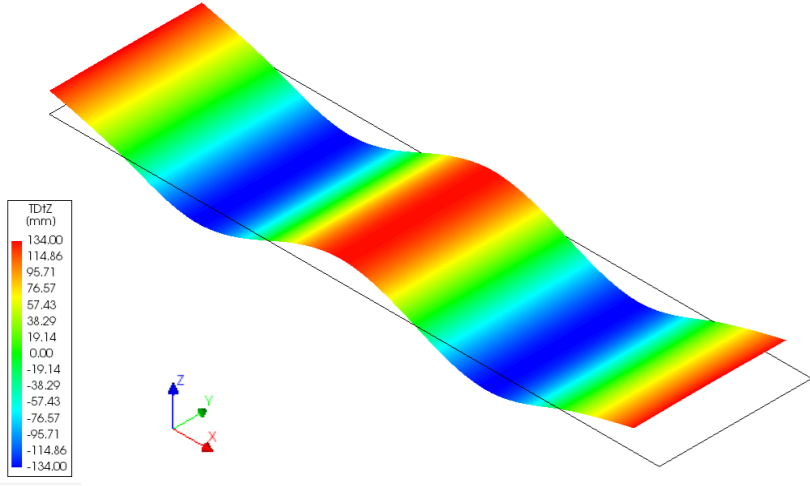
Radius= 500 mm



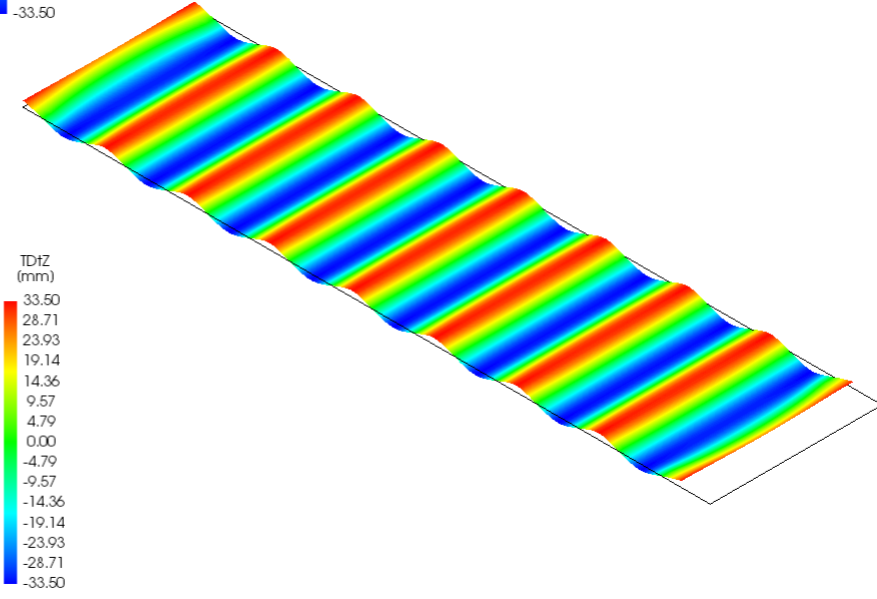
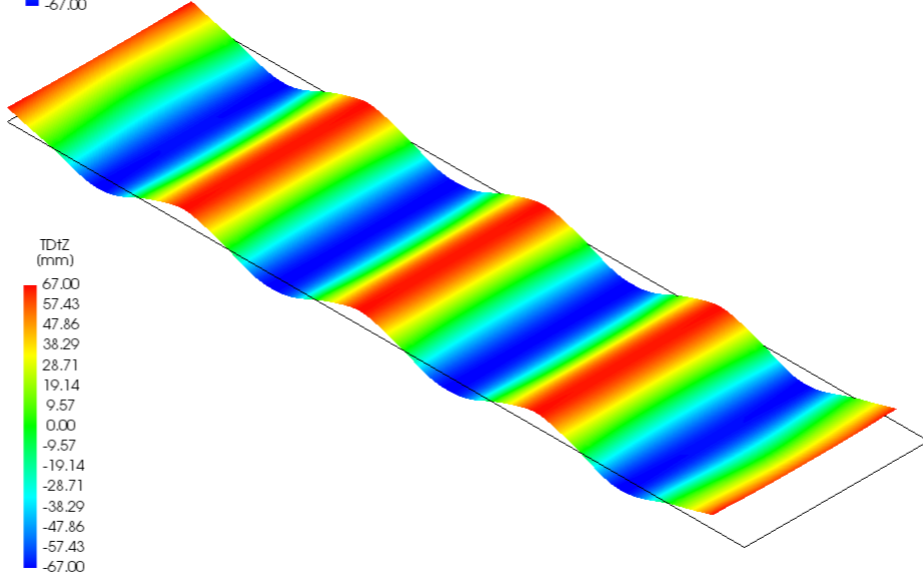
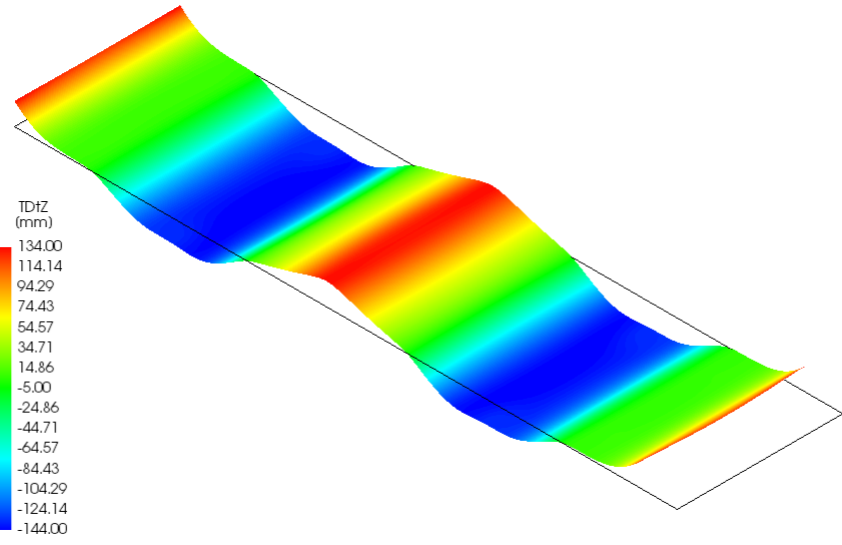
Radius= 250 mm



Koud buigen (0-situatie)

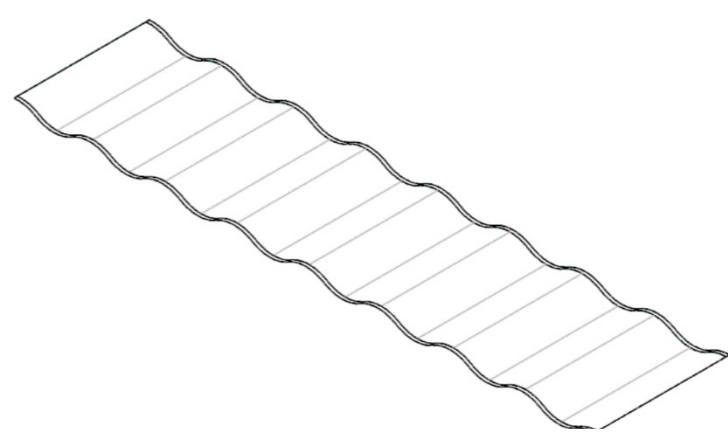
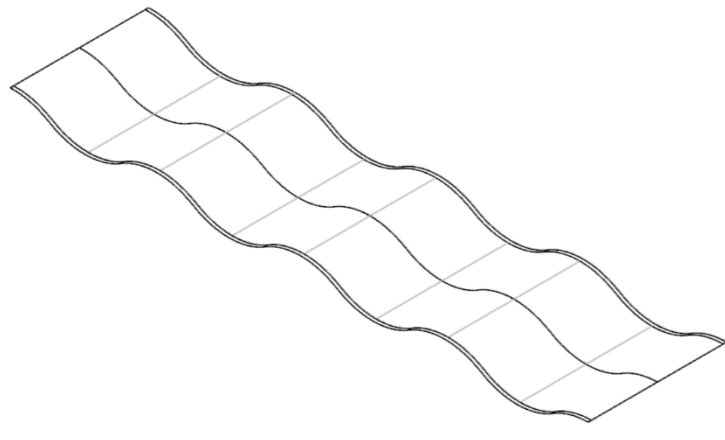
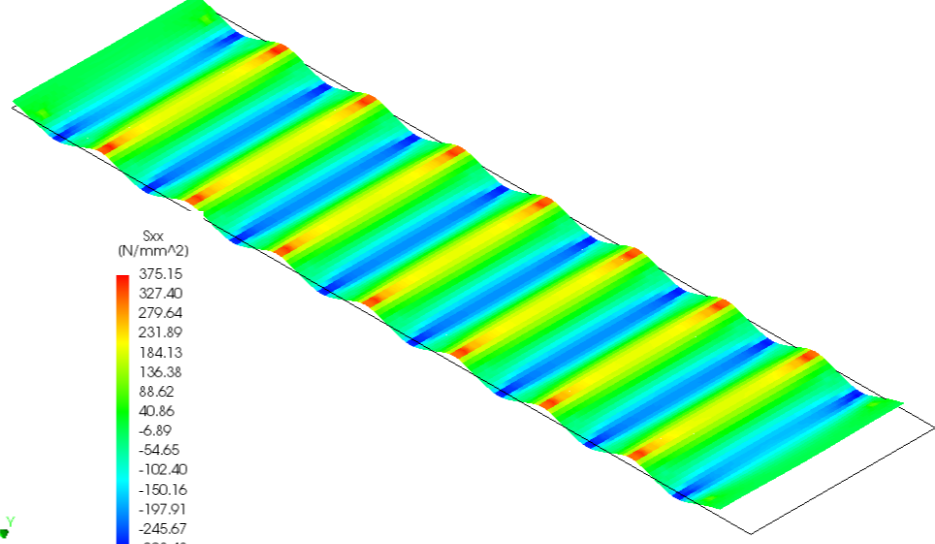
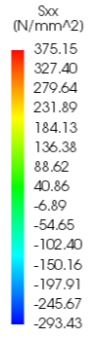
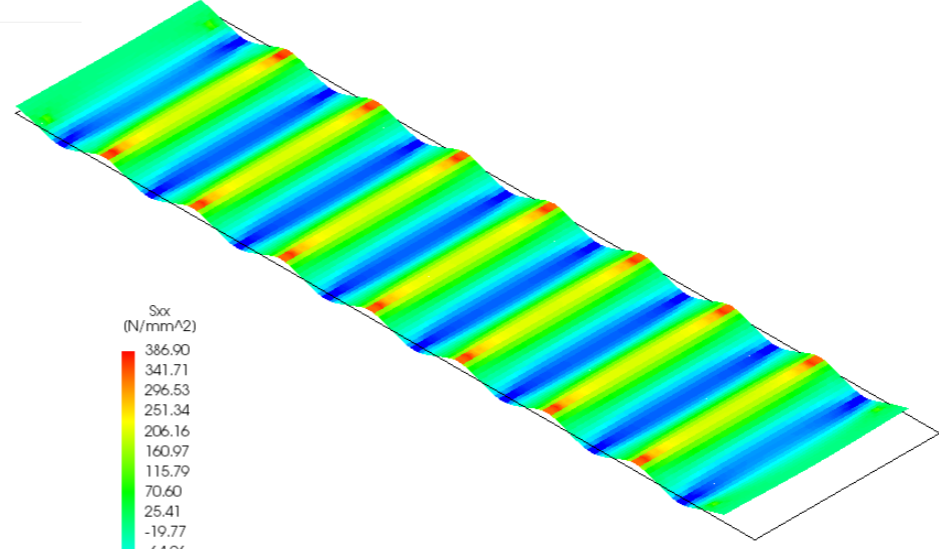
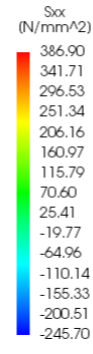
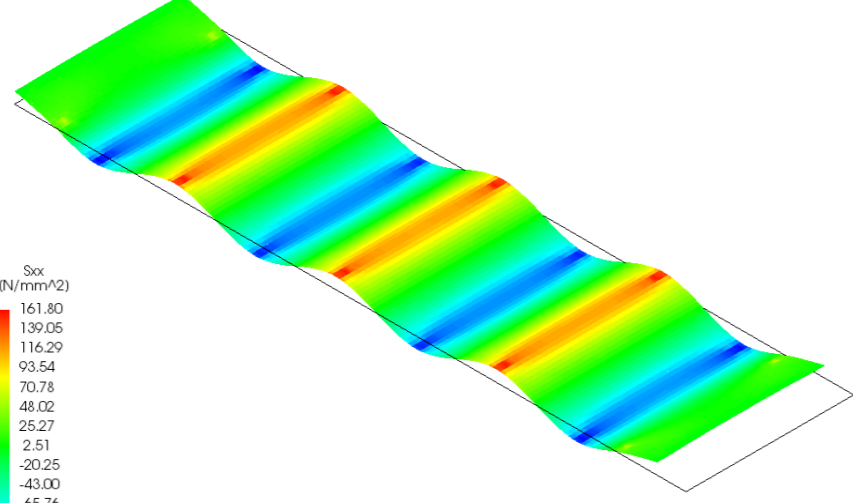
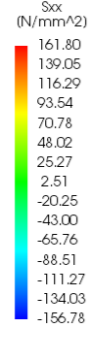
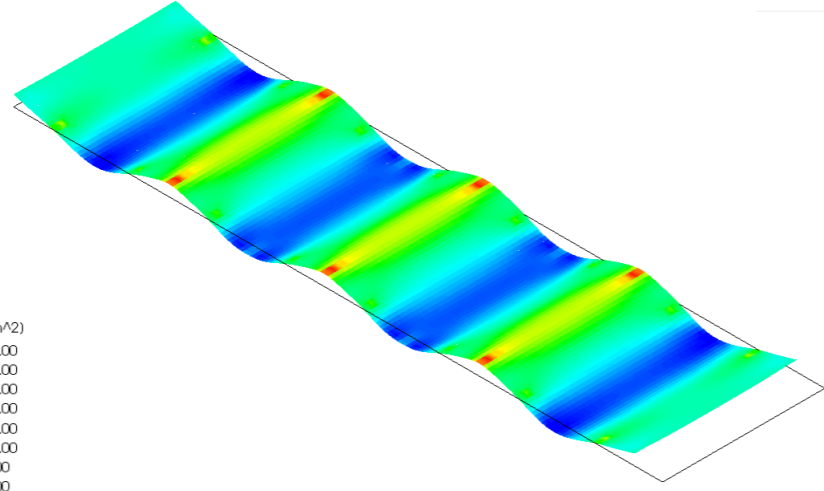
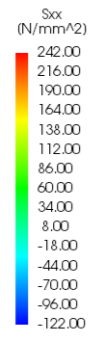


Windbelasting 1kN/m<sup>2</sup>

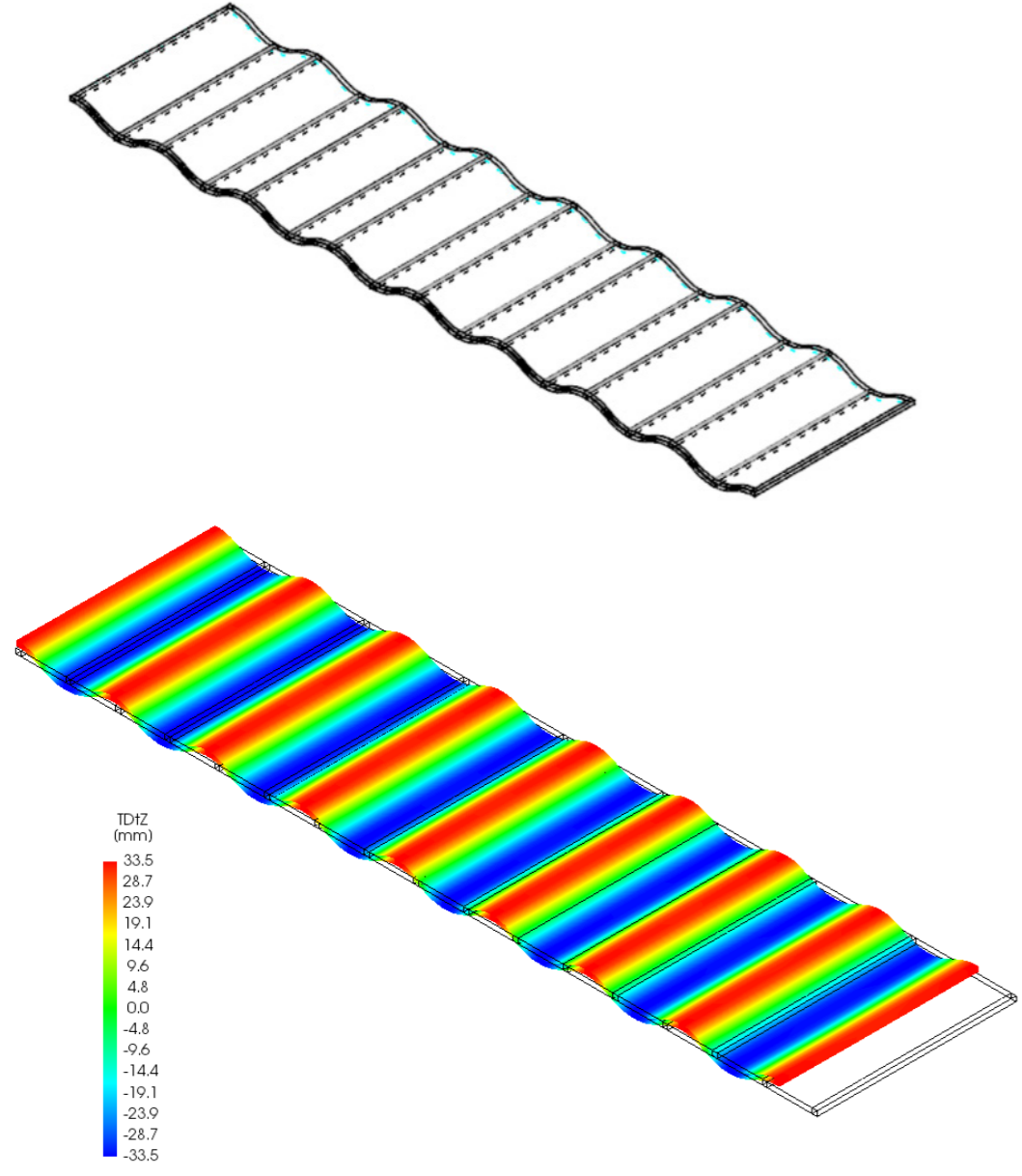


Windbelasting 1kN/m<sup>2</sup>

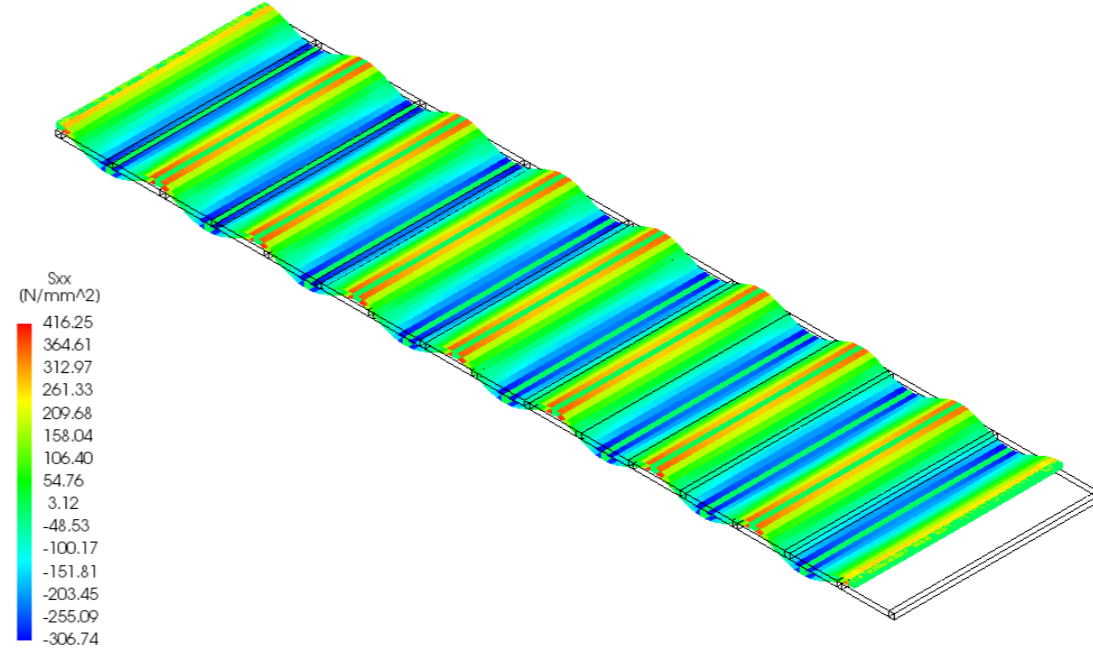
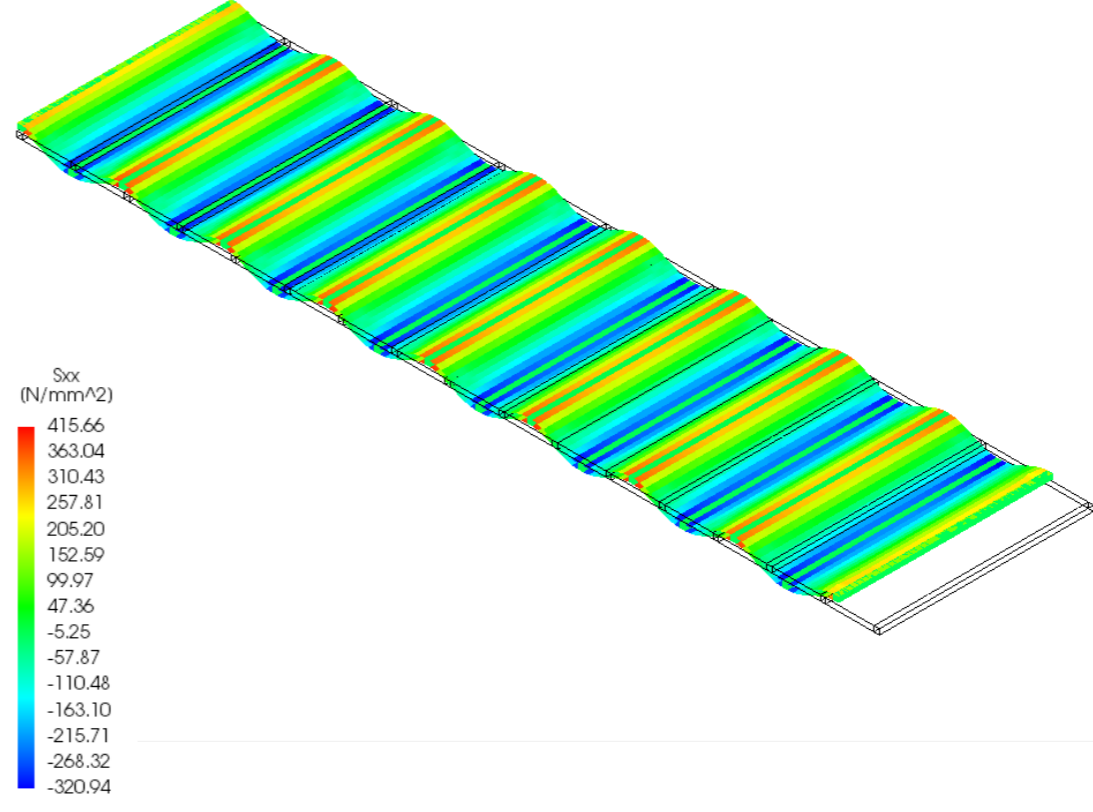
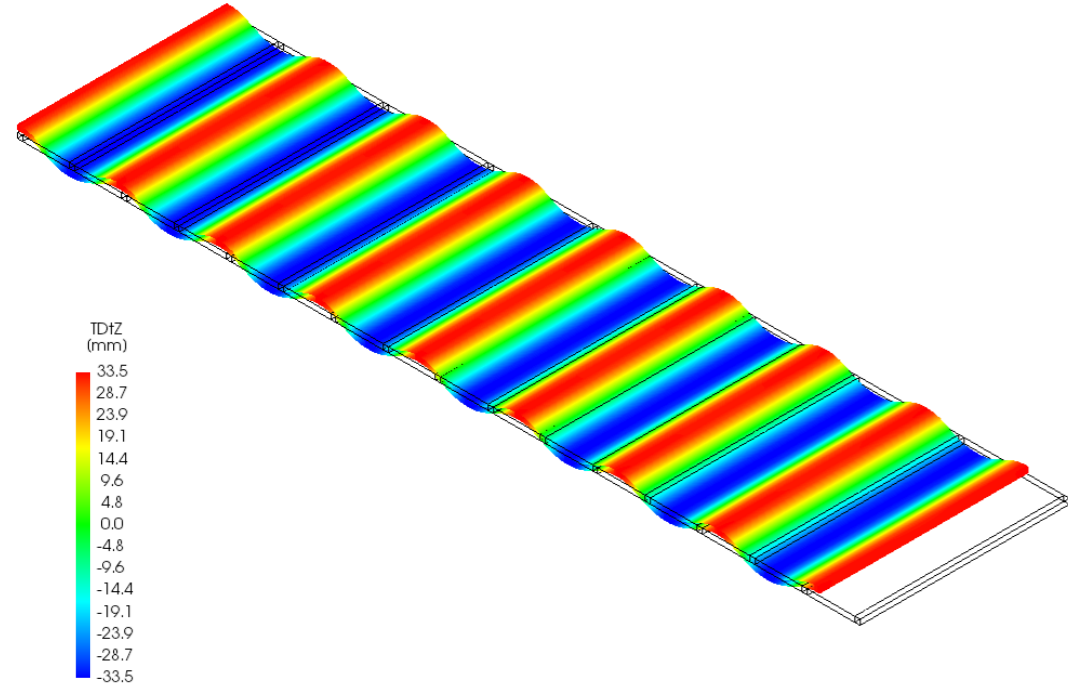
Koud buigen (0-situatie)

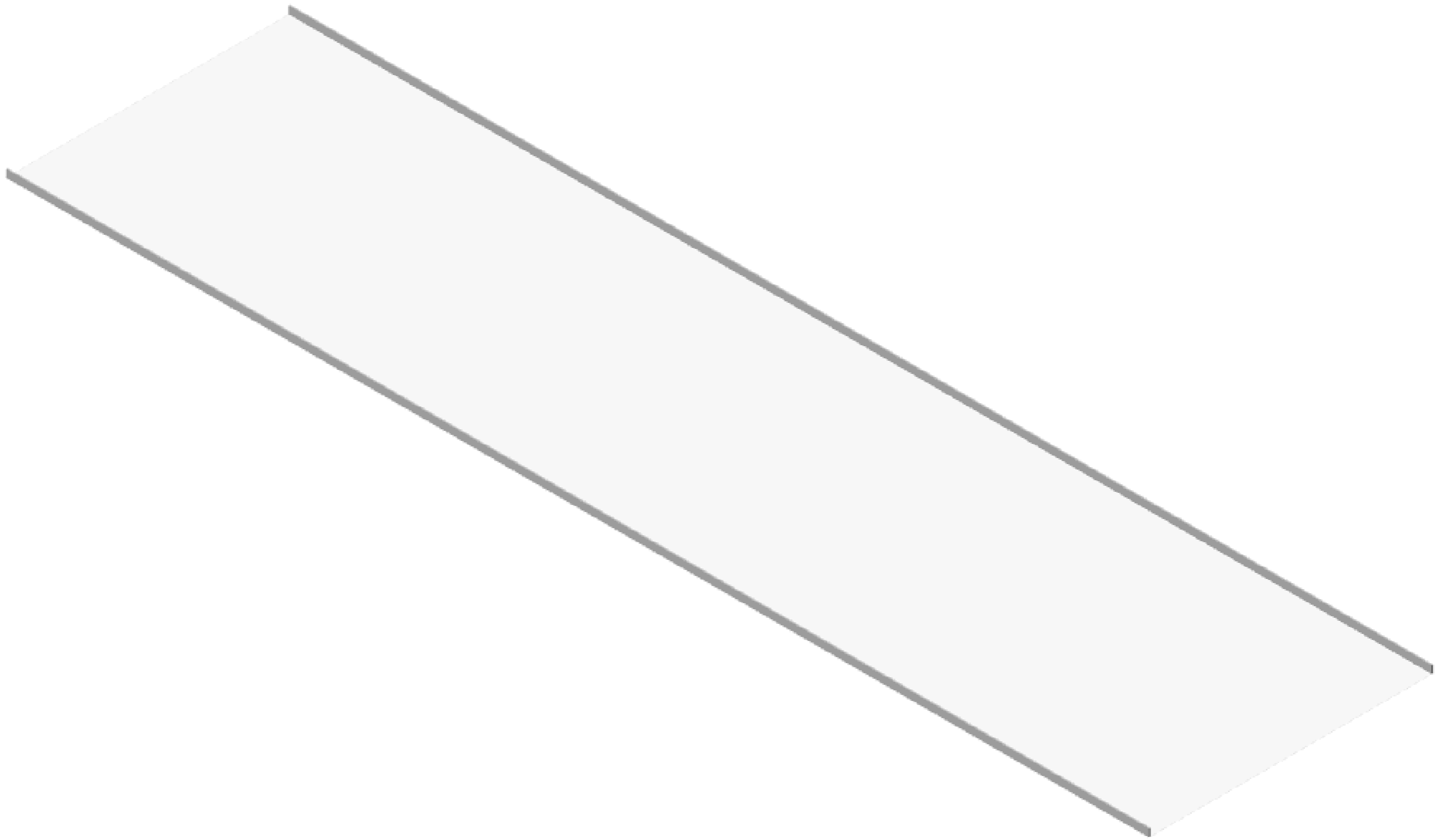


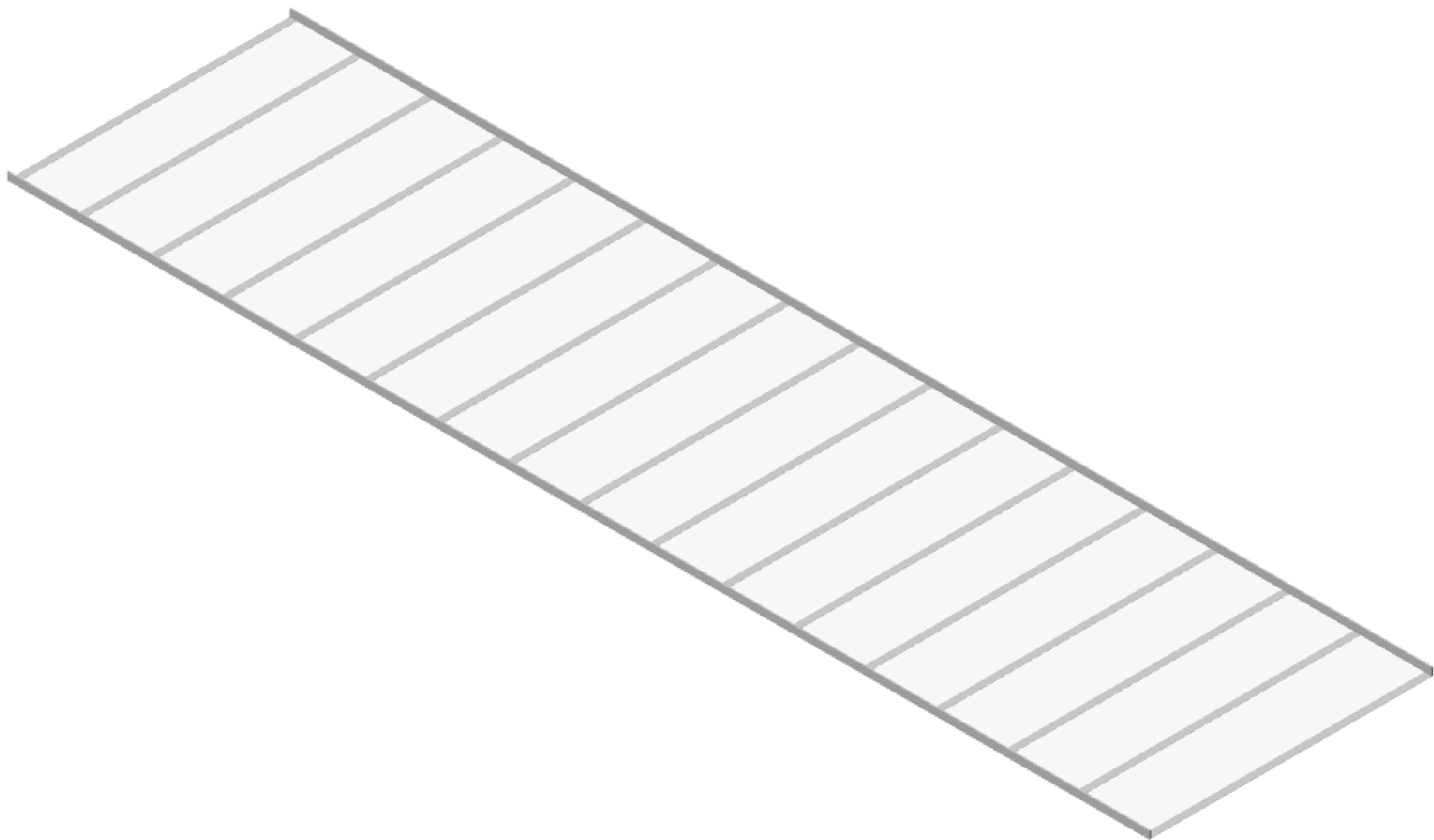
Koud buigen (0-situatie)

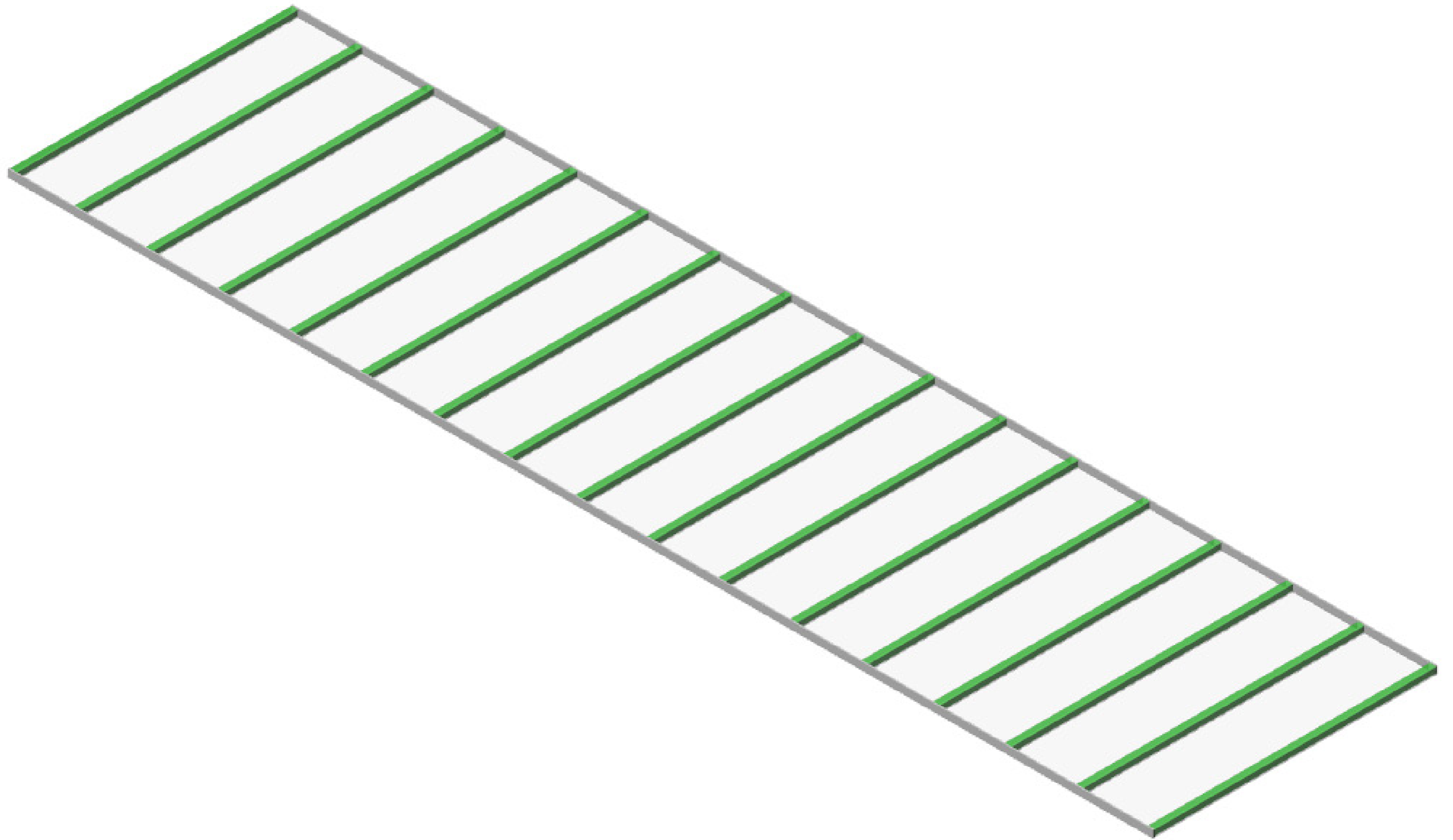


Windbelasting 1kN/m<sup>2</sup>

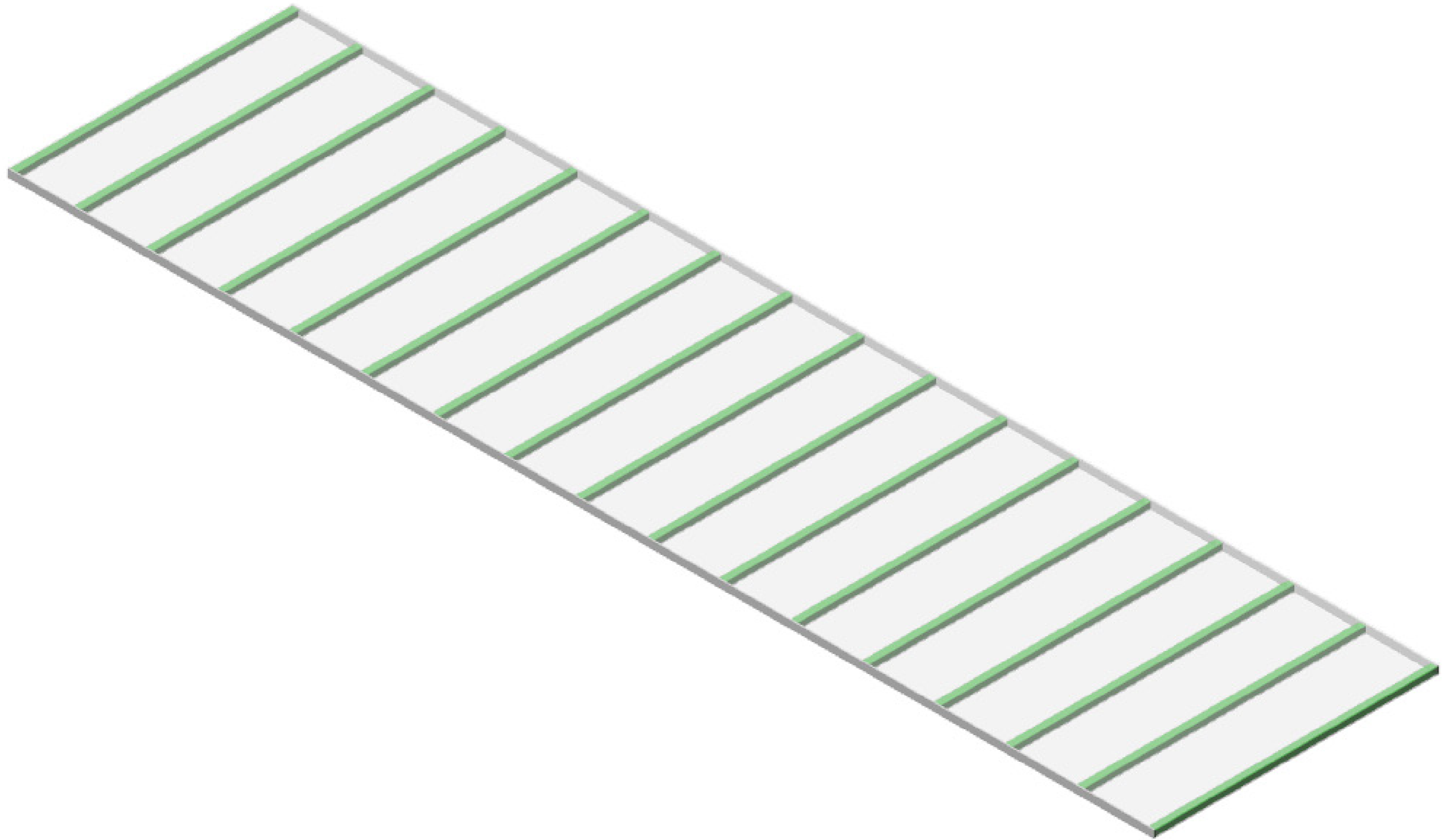


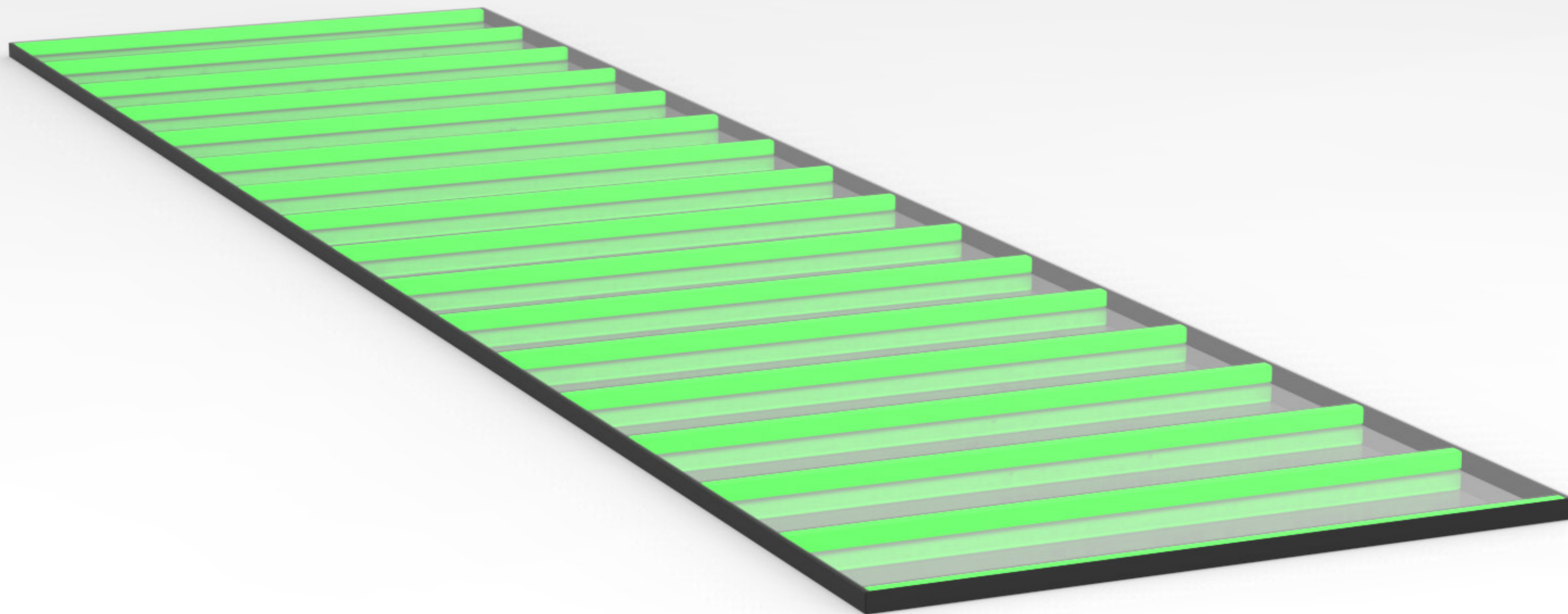


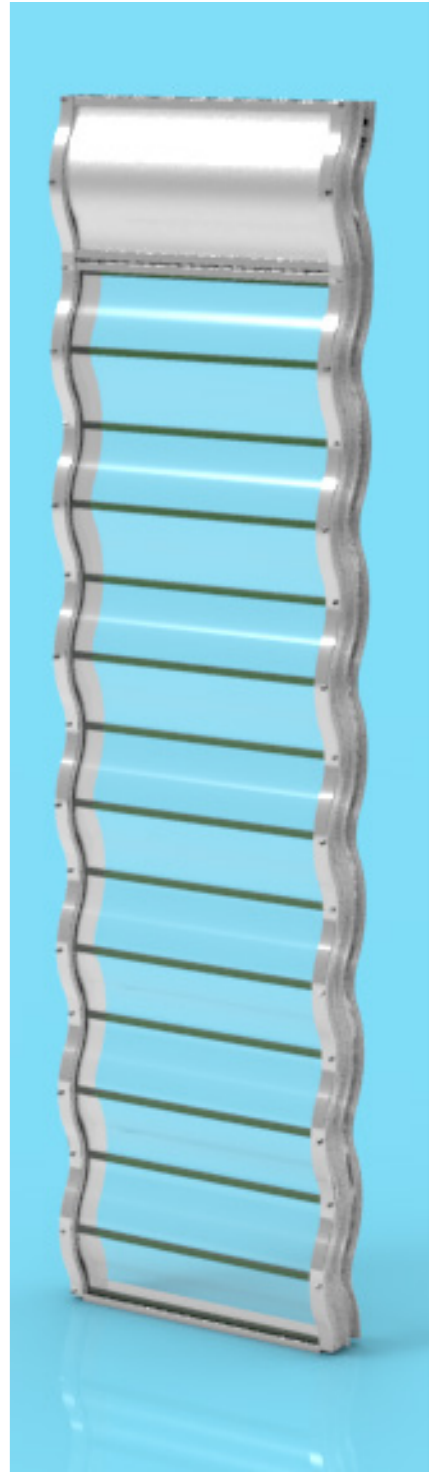
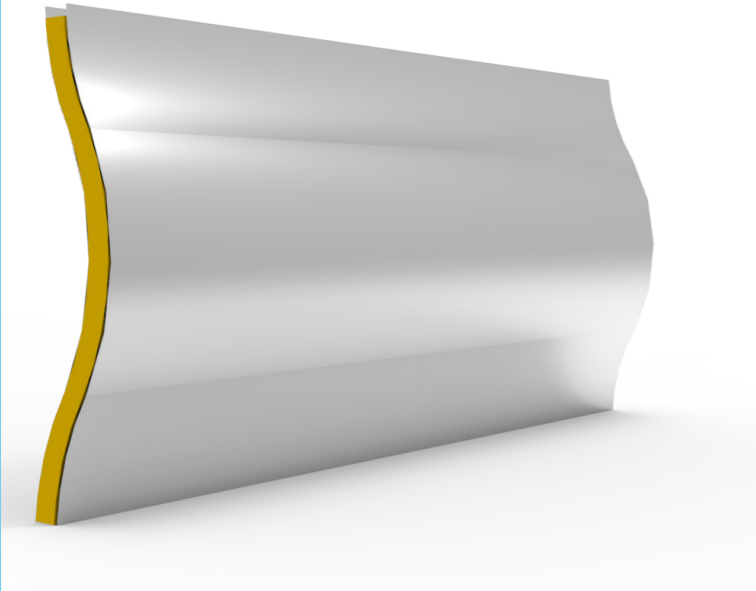


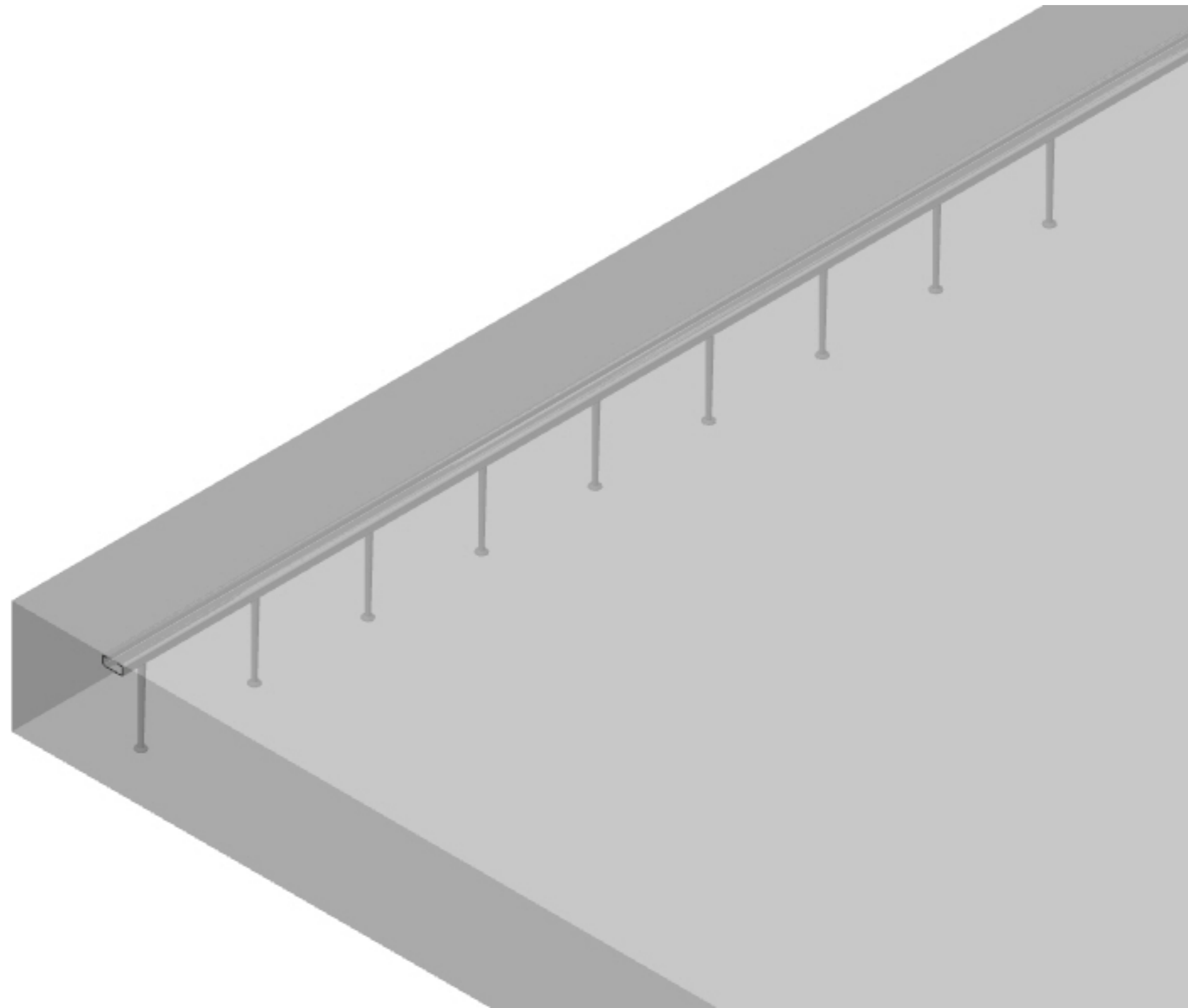


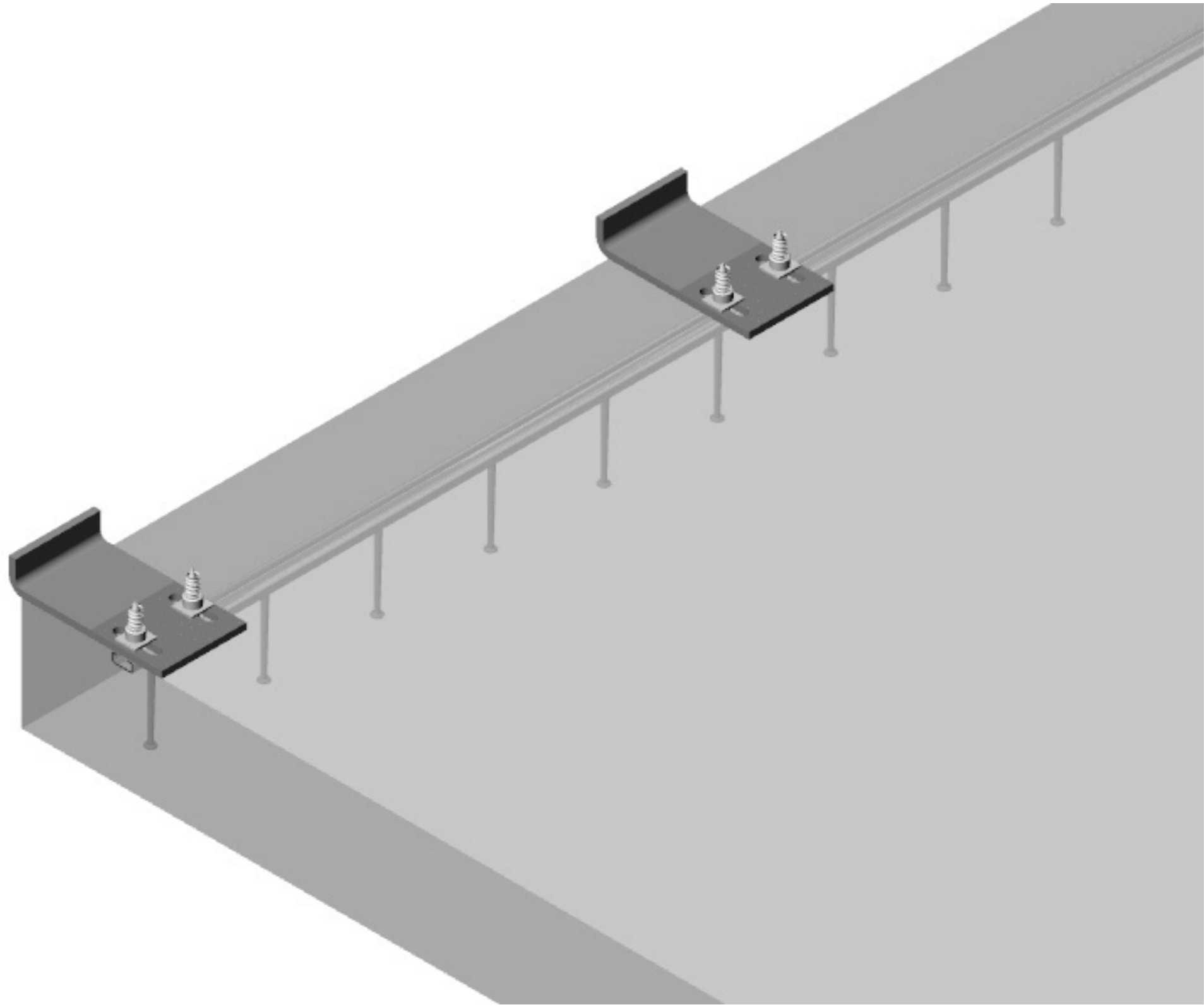


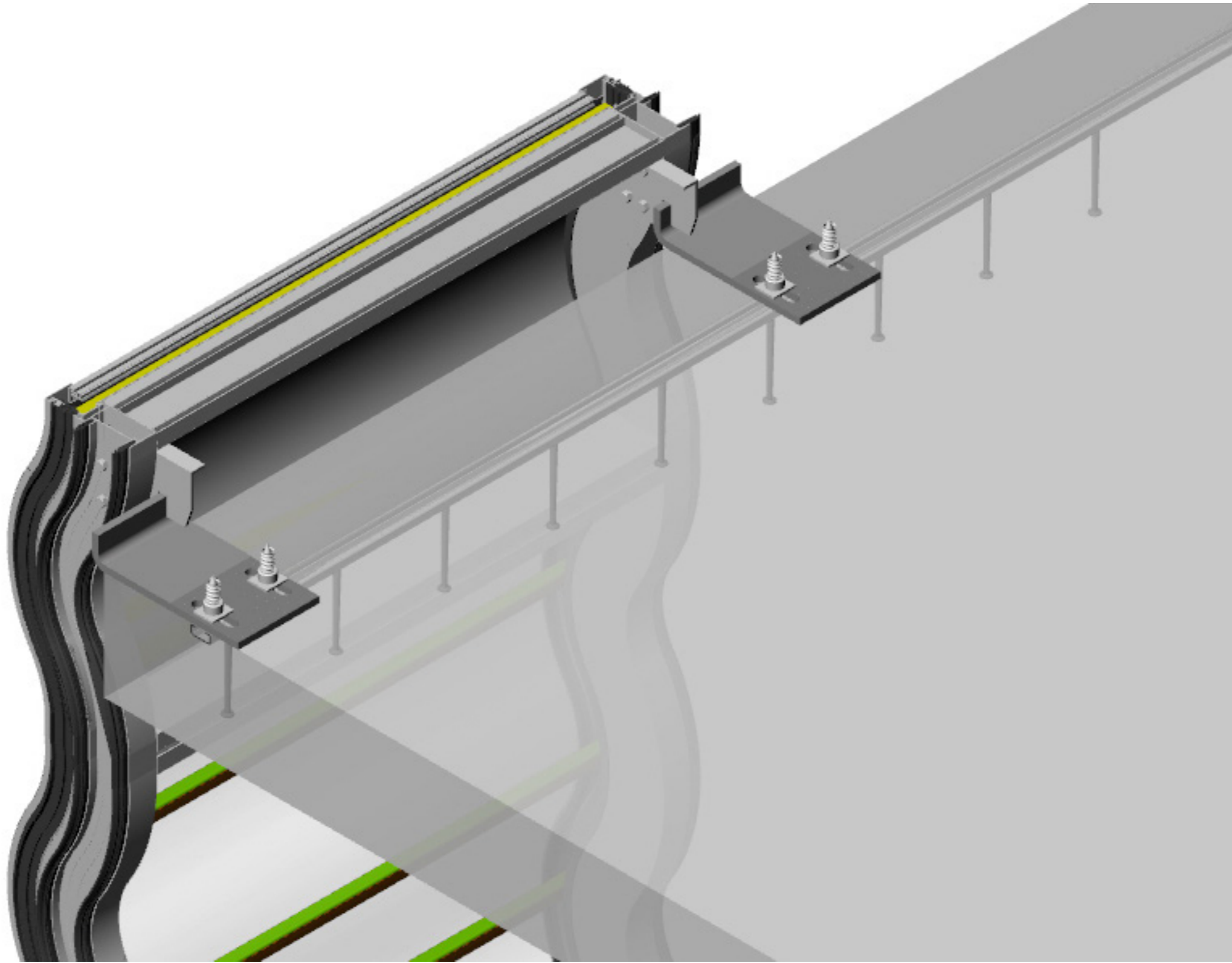


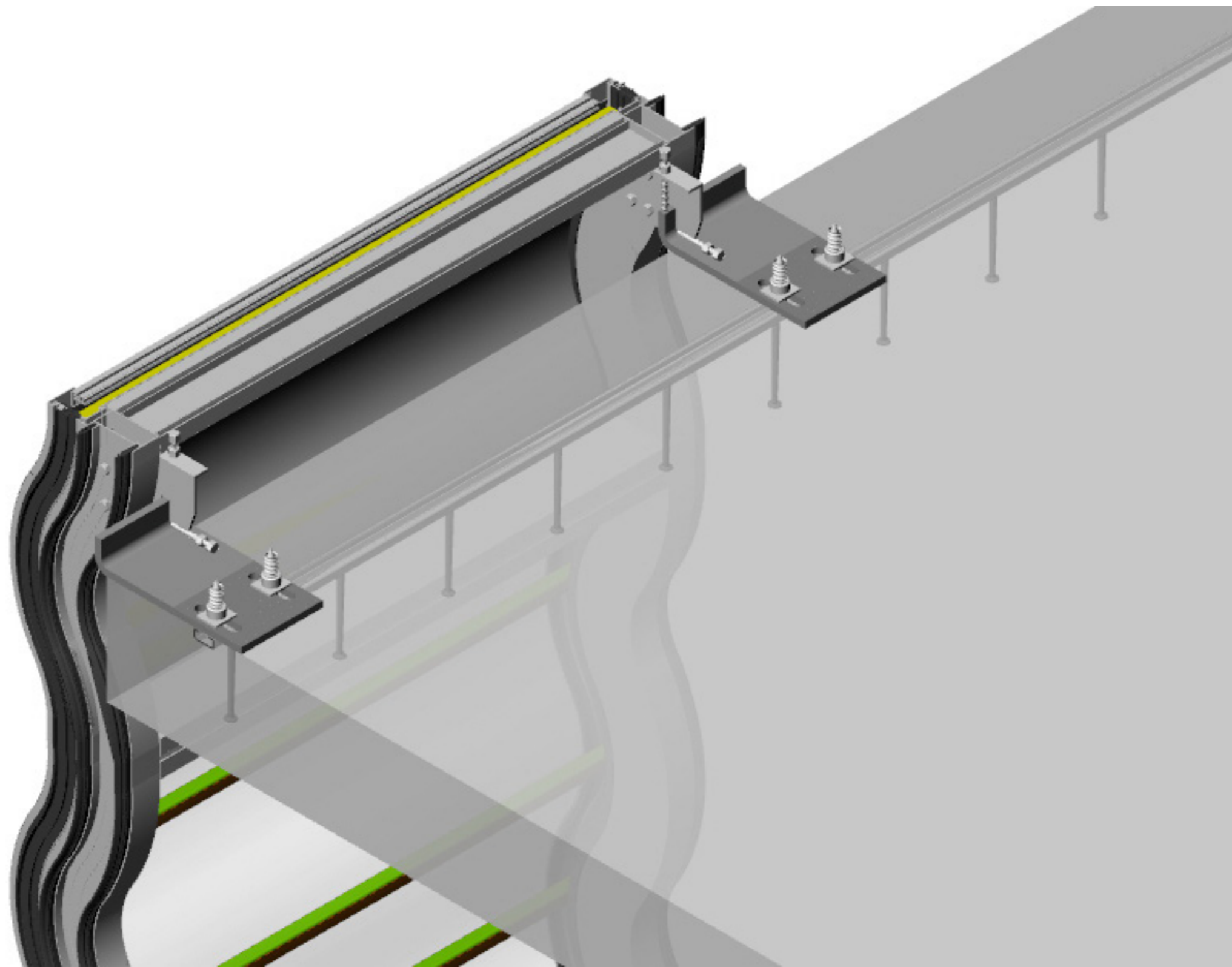


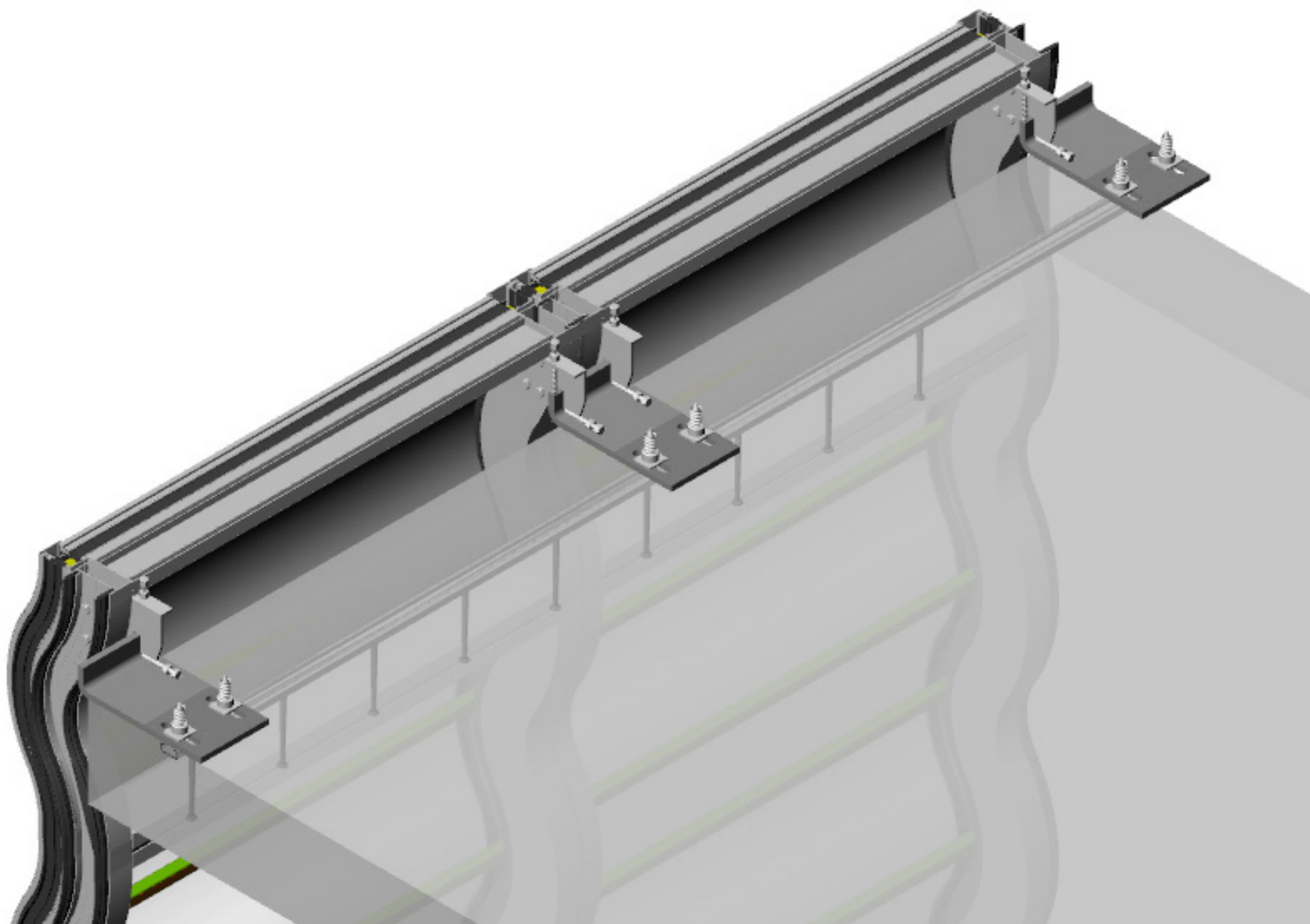




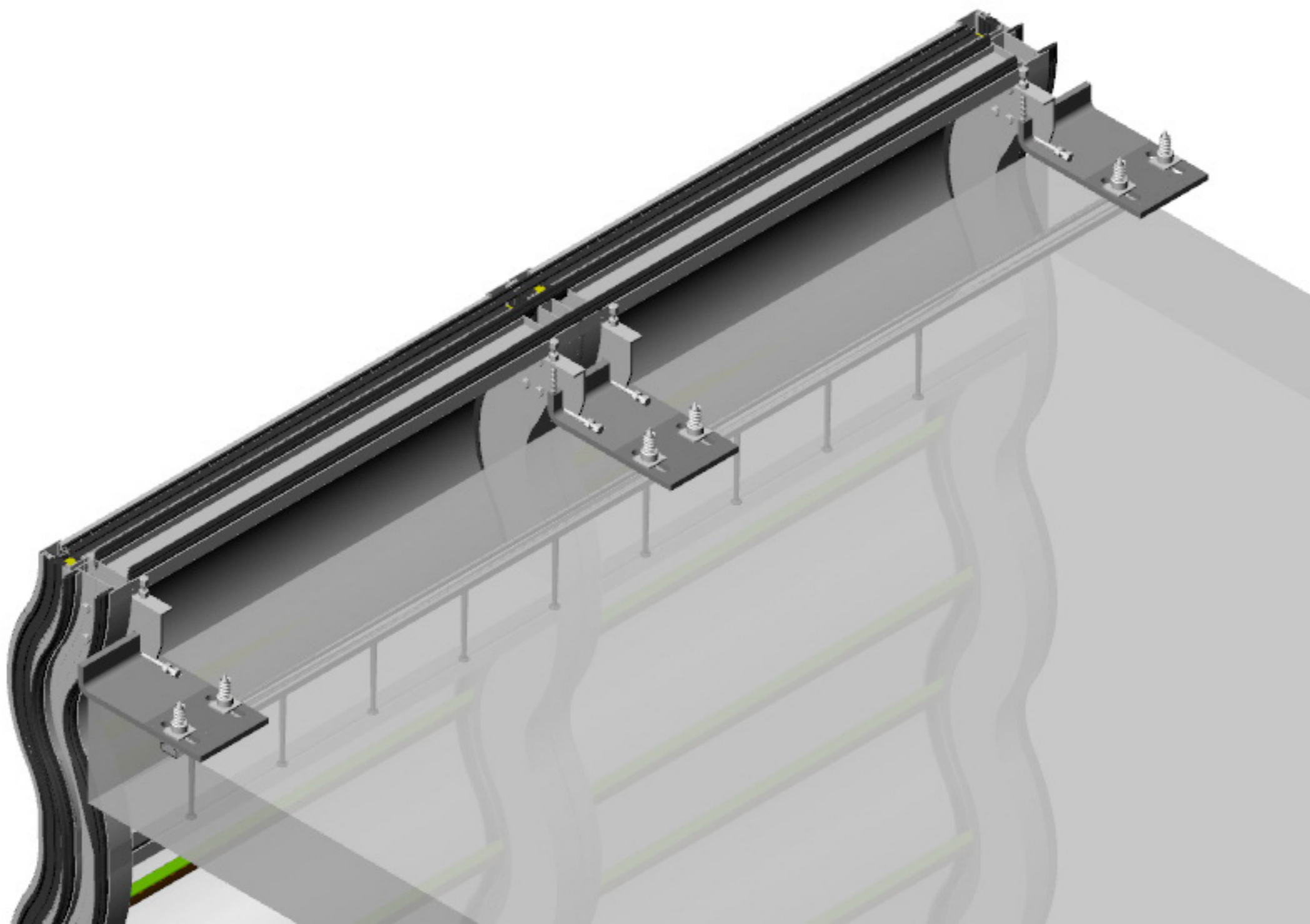


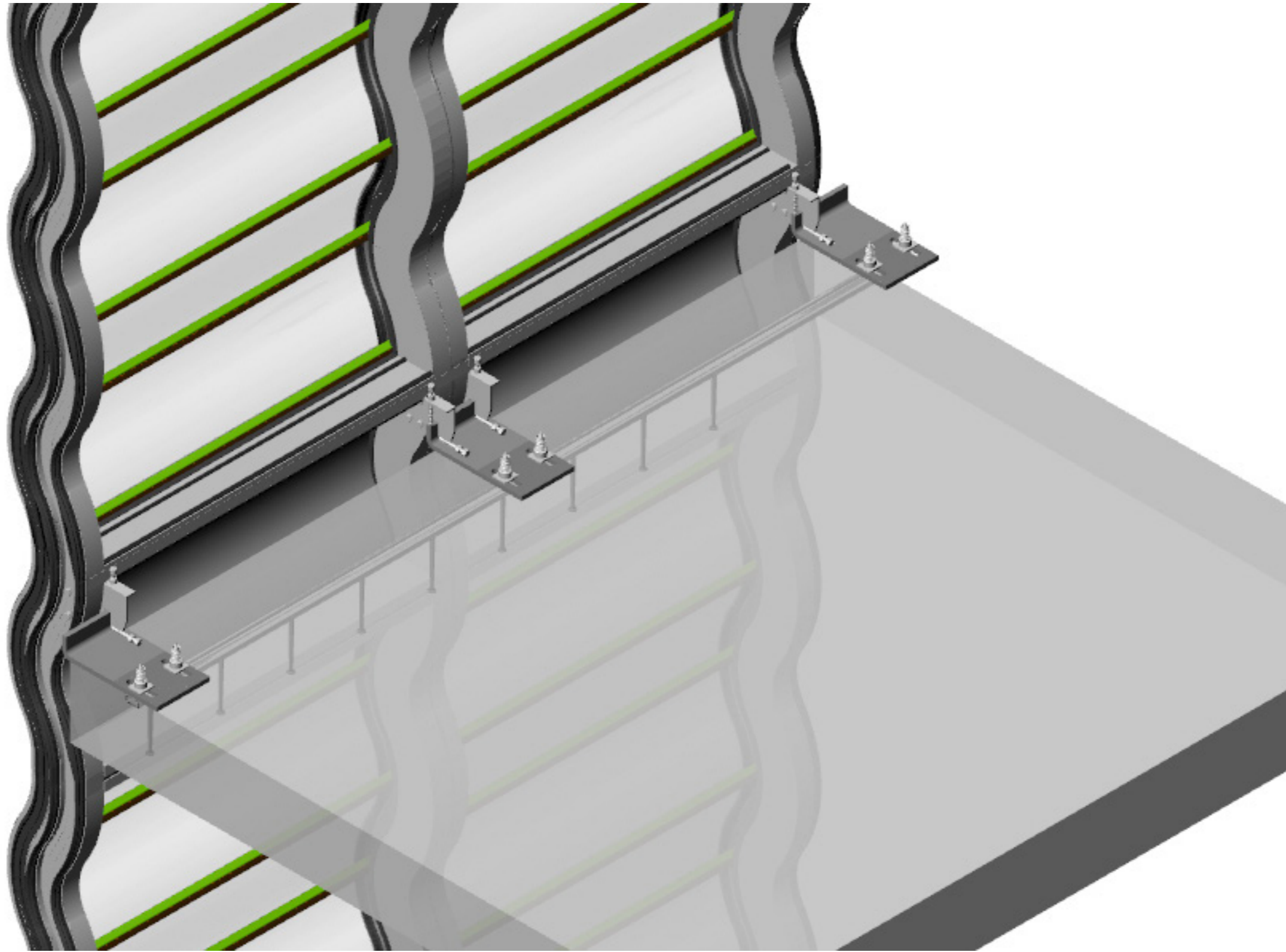


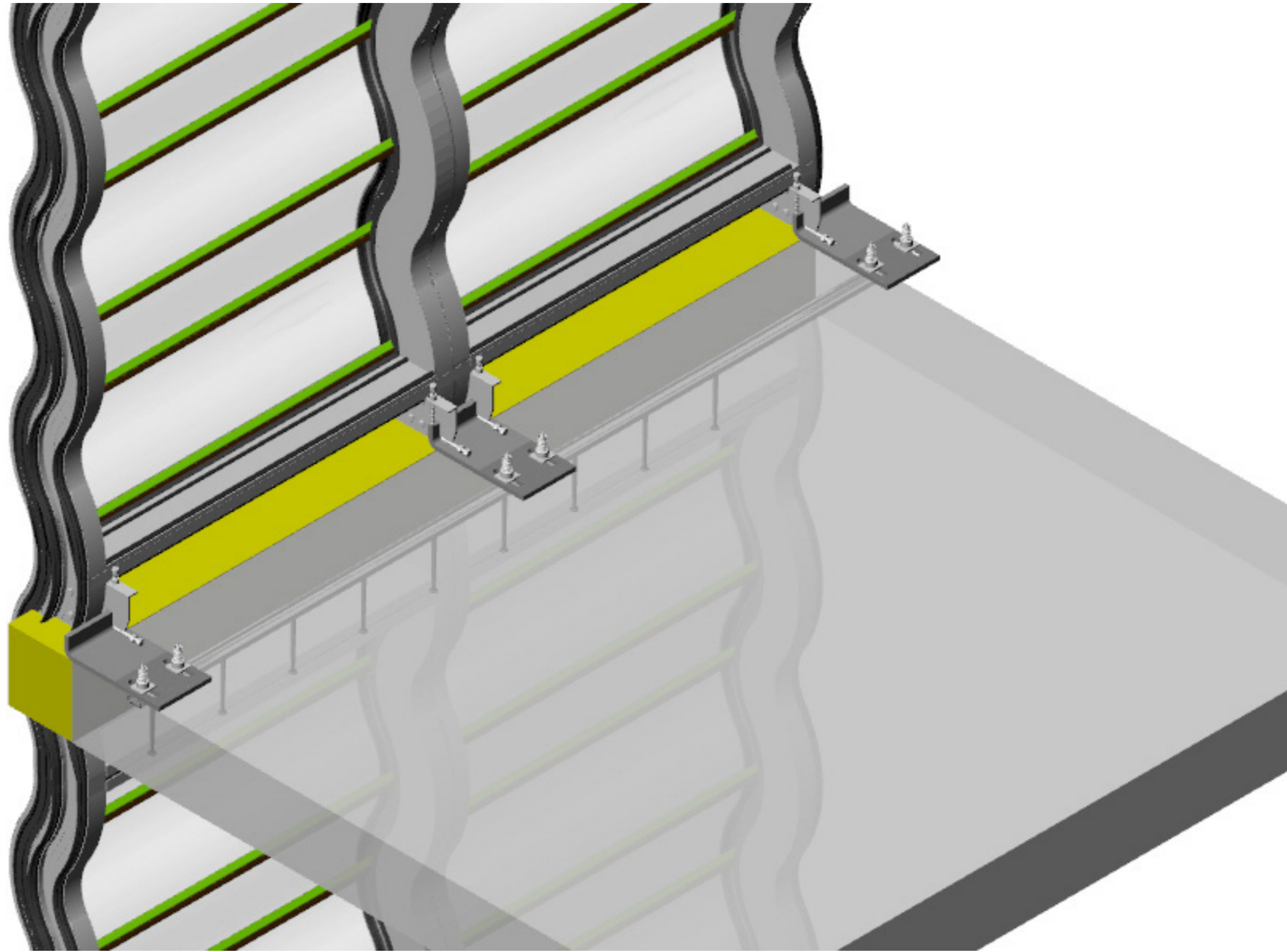


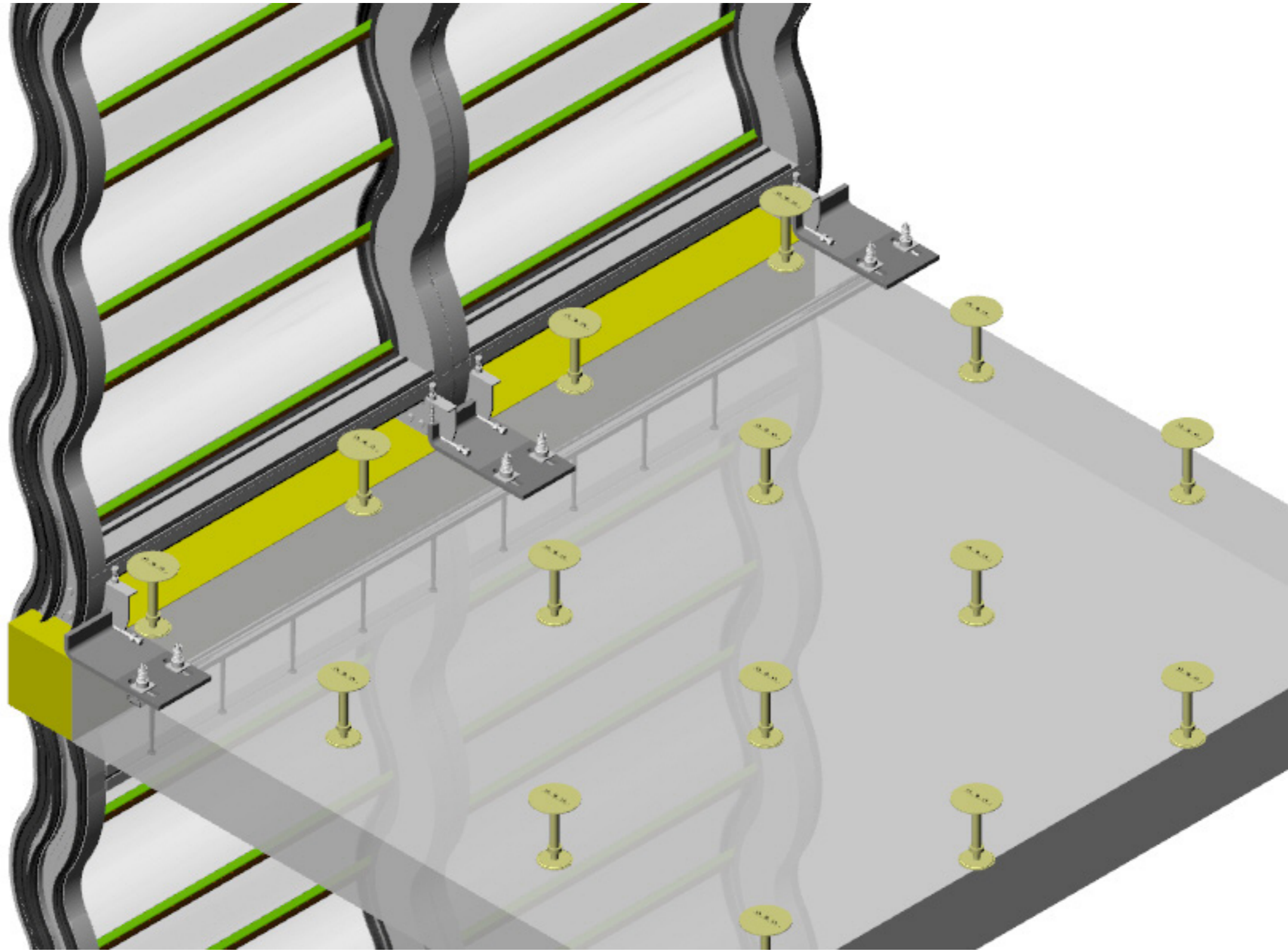


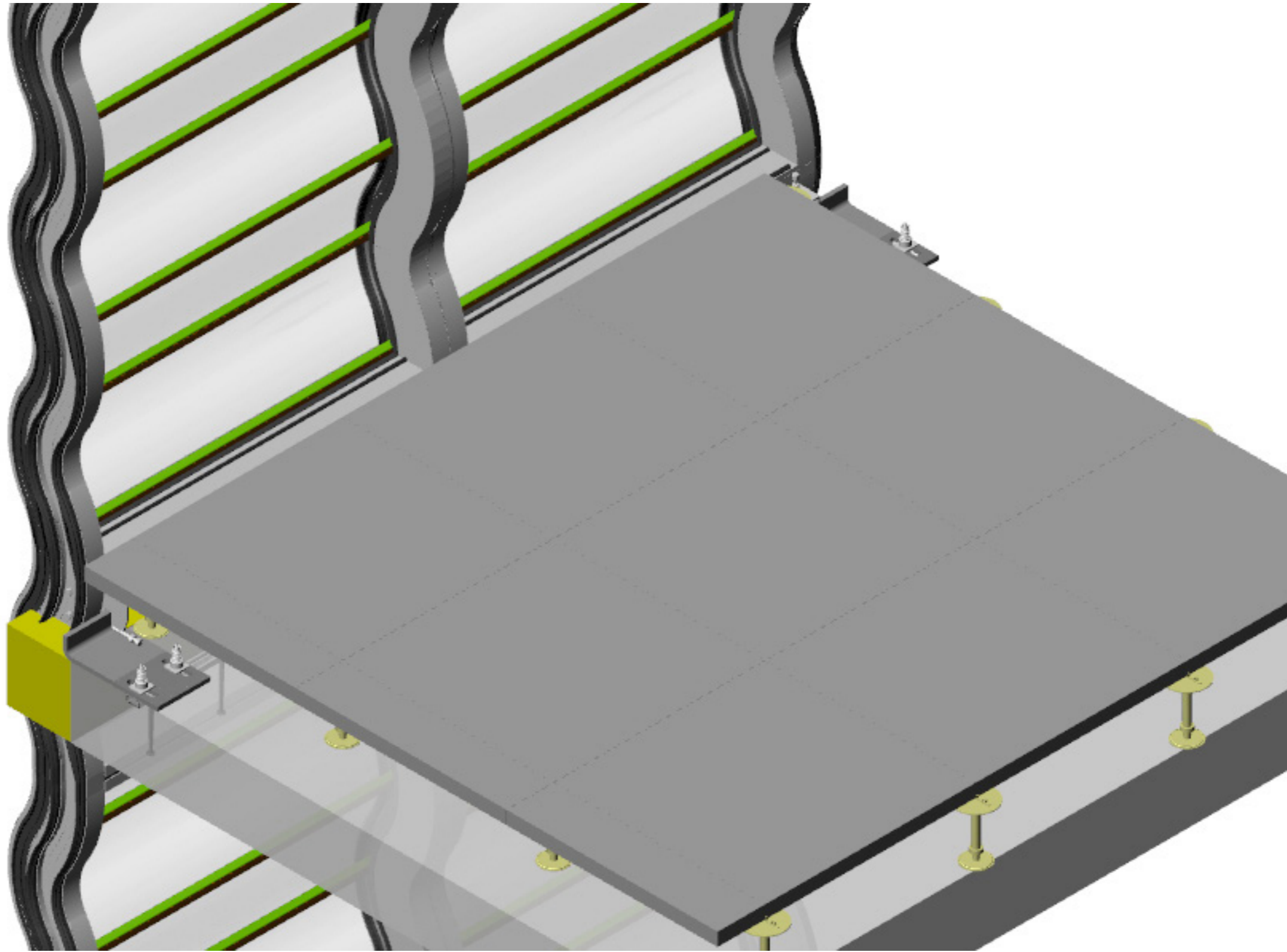


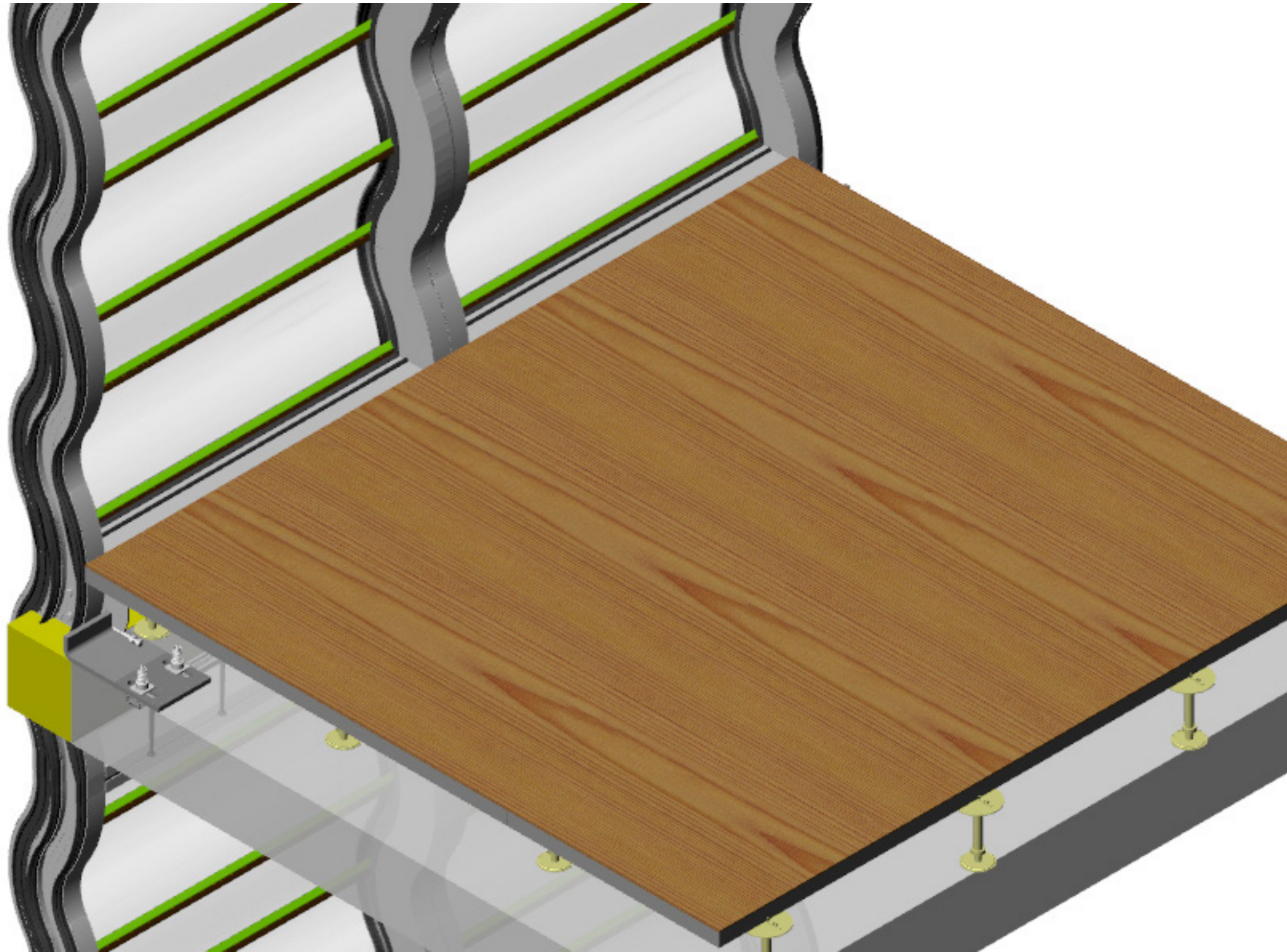


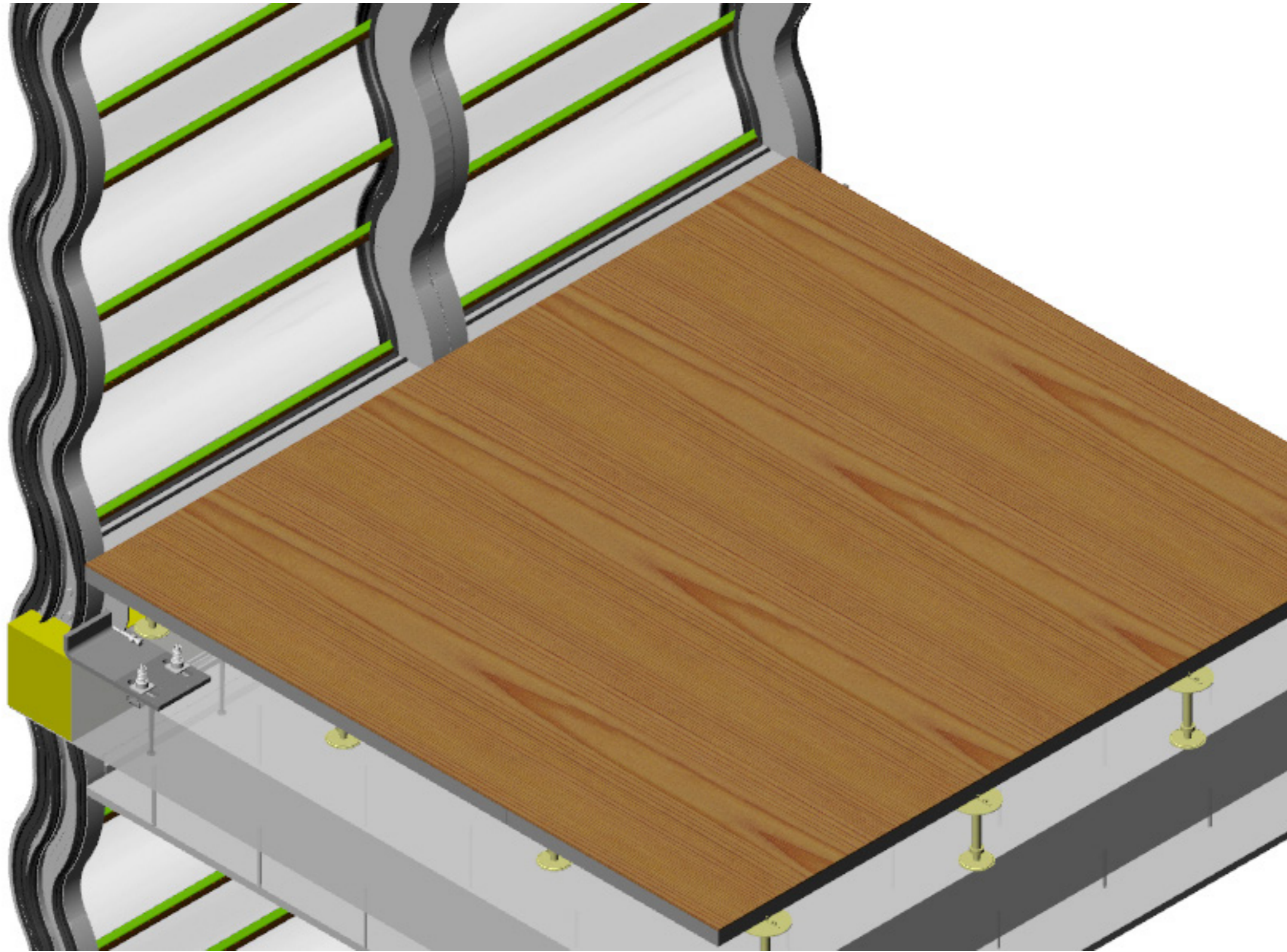


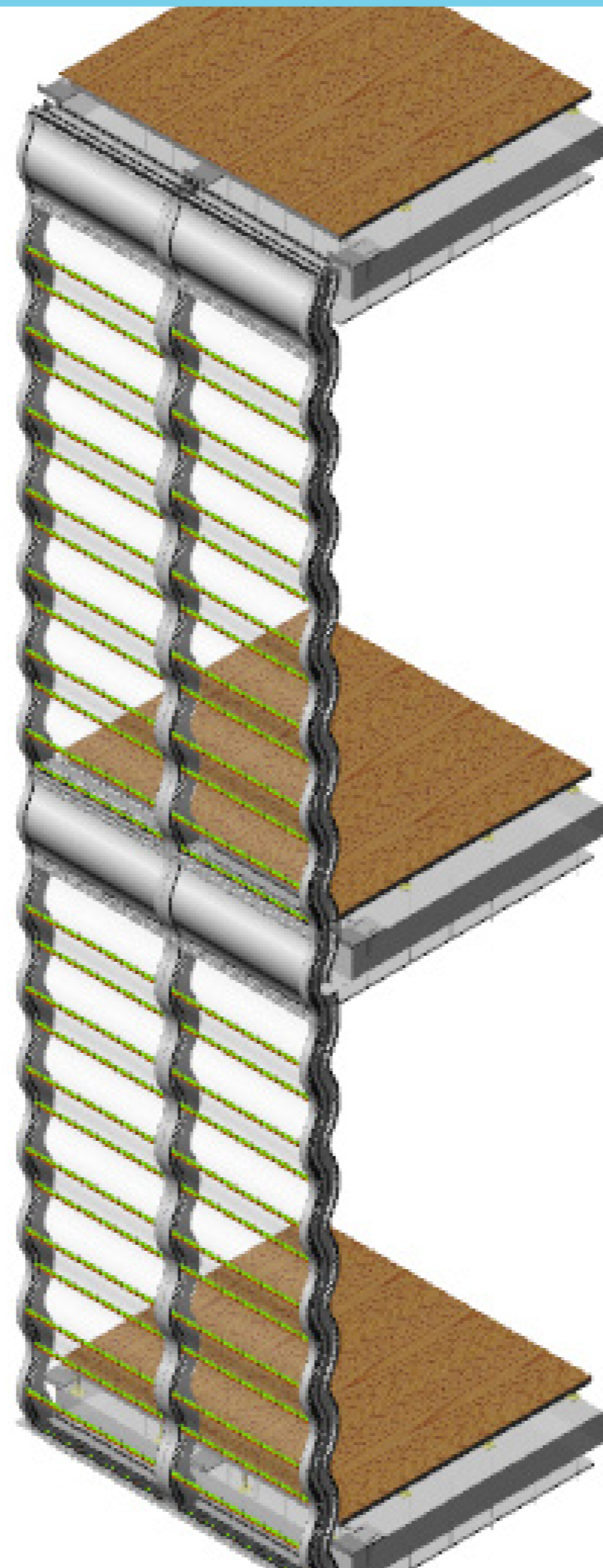




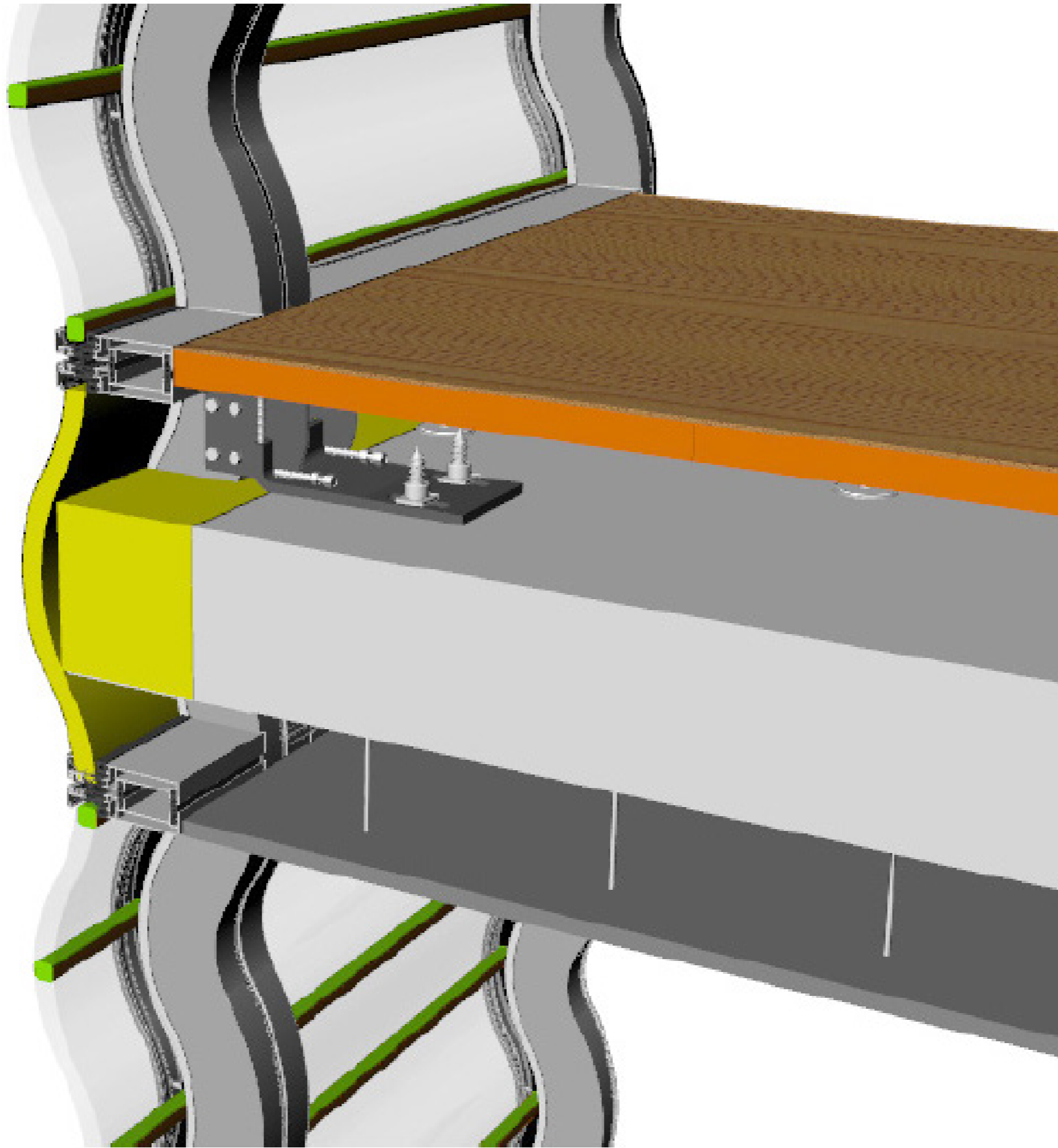


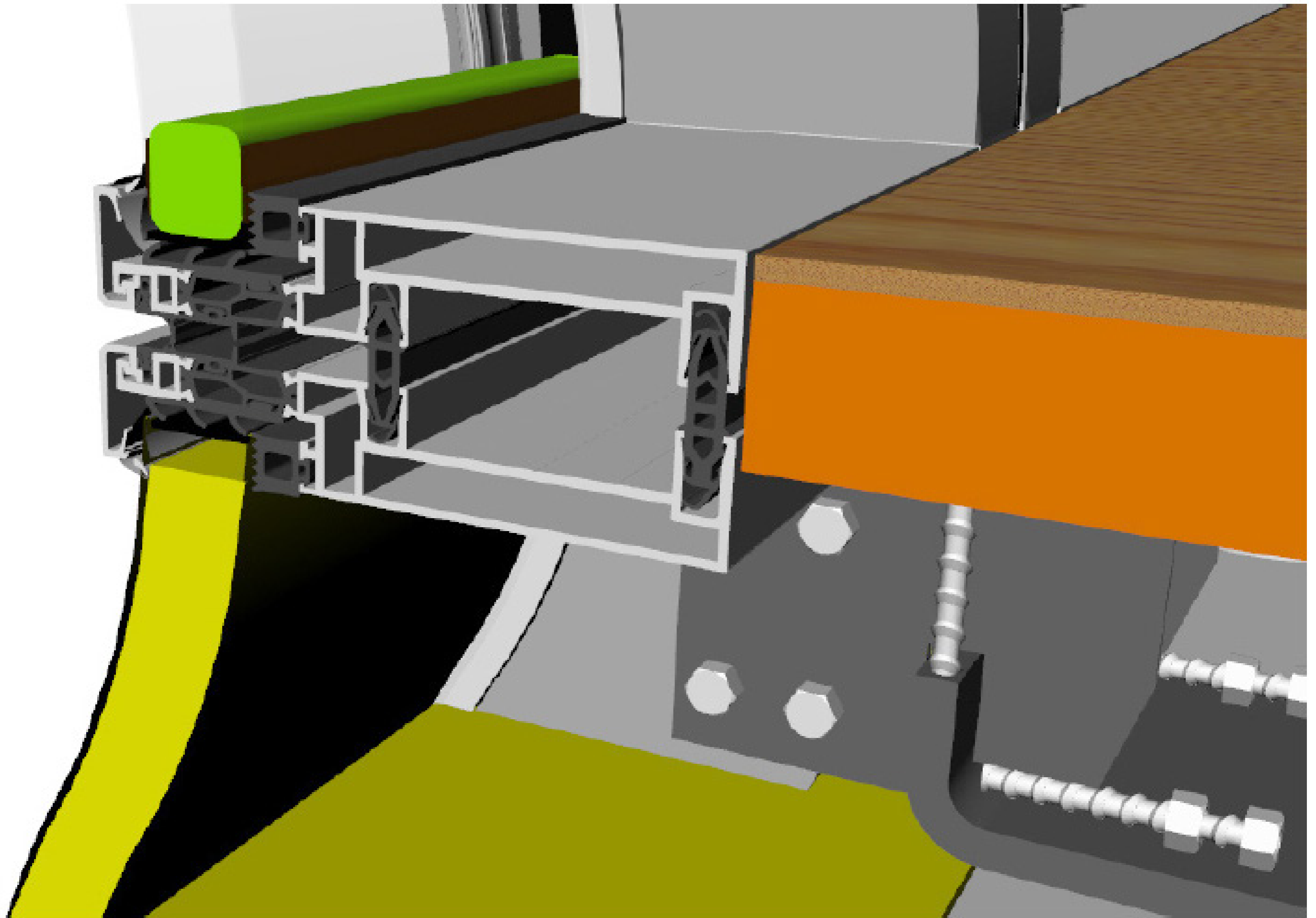














Rotterdam International  
Secondary School

Rotterdam Centraal

Lijnbaan

