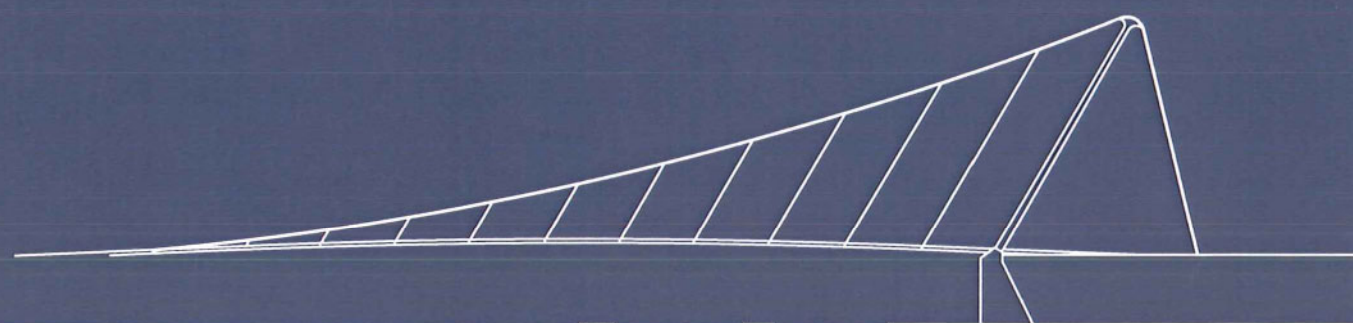
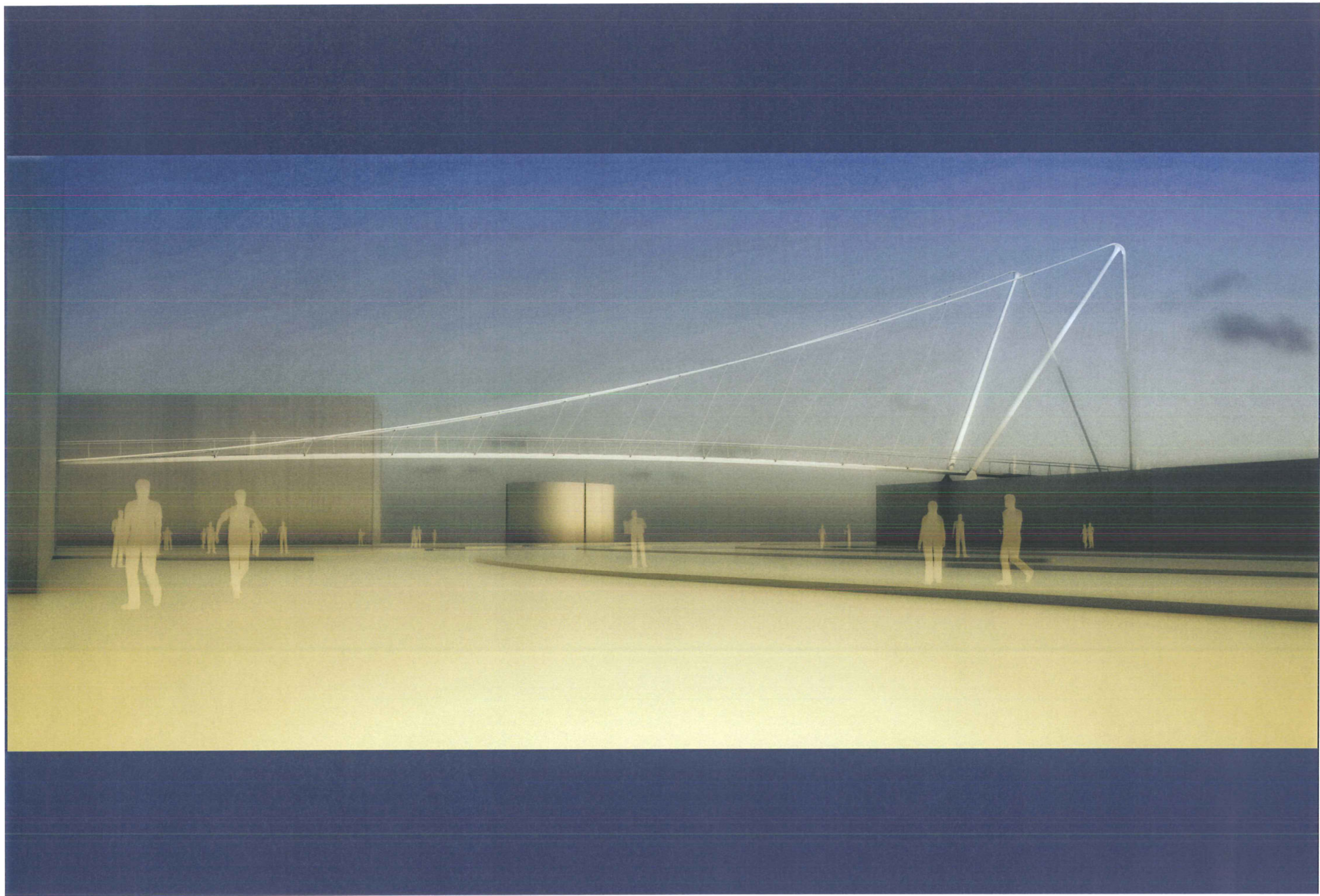


OO1216E

STAD ANTWERPEN

BOUWPROJECT "FIETSBRUG SPOOR NOORD"





## INHOUD

Conceptnota

Perspectieftekeningen

Planzichten, aanzichten en details

Rekennota van het voorontwerp

Kwaliteitsplan

Planning en fasering van de werken

Raming van de bouwkost

## **Stad Antwerpen – Bouwproject “Fietsbrug Spoor Noord” – ontwerpteam OO1216E**

### **Een referentiepunt**

De nieuwe voetbrug is een sterk en opmerkelijk onderdeel van de noordelijke toegang tot de stad. De brug met, aan de oostkant van de leien, zijn 19 meter hoge pylonen is van veraf te zien. Dit beeld wordt nog versterkt door de natuurlijke paraboolvorm van de draagkabels die de brug ook zijn dynamisch karakter geven.

De slankheid en transparantie stemmen overeen met een modern en innovierend beeld van de stad Antwerpen en vormen een toegangspoort aan de noordzijde van de stad.

### **Een asymmetrische brug als antwoord op een onregelmatige locatie**

Aan de oostkant is er het royale terras van de Hogeschool die het park uitbreidt tot een stedelijke ruimte.

Aan de westkant geeft de brug uit op een nauwe opening in het nieuwe AMCA gebouw.

De richting van de brug volgt de loodrechte inplanting van deze opening op de westelijke gevellijn.

De vorm van de brug stemt overeen met deze asymmetrische stedelijke situatie. De structuur ervan is een uitkraging naar één zijde toe. De kabelbrug is verankerd in de basis van het Hogeschool gebouw. De rechterzijde die voor het evenwicht in deze uitkraging zorgt, bestaat uit 19 meter hoge pylonen en een naar achter gehelde verankeringskabel.

De hoofdkabels gaan vanaf het AMCA gebouw zijdelings uit elkaar om zo een open ruimte te creëren naar de hemel toe.

De helling van de secundaire kabels dragen bij tot het dynamische karakter van de brug.

De globale vorm zorgt ervoor dat de tip van de brug ‘rust’ op het gebouw aan de westkant, eerder dan afsteunt op dit gebouw. De reacties aan de westkant zijn miniem en met een heel eenvoudige detaillering op te nemen.

Het brugdek is een uit staalplaat samengelast kokerprofiel. Dit kokerprofiel geeft de nodige torsiestijfheid aan de brug. Dit brugdek is ook het gedrukte element in deze structuur, de kabels zijn de getrokken elementen. Deze twee elementen worden uit elkaar gehouden door het derde, de pylonen. De onderkant van het brugdek, zoals gezien door autobestuurders en voetgangers op de Leien vormt een rustig oppervlak.

### **Toegang**

De toegang tot de brug vanaf de Leien gebeurt via een geïntegreerd trapelement in de basis van het terras aan de oostkant en vanuit het AMCA gebouw aan de westkant.

Een panoramische lift wordt voorzien in de centrale zone. Het is een singulier element dat in verbinding staat met de brug door een korte passerelle. Structureel gezien is het echter volledig onafhankelijk.

De uiteindelijke inplanting kan aangepast worden afhankelijk van de finale layout van de tramsporen. Het is een cilindervormige structuur, 2 meter diameter. De slankheid wordt verzekerd door de geïntegreerde staalstructuur, de transparantie door z'n glazen omhulsel. Deze lift wordt langs de westelijke kant van de Leien ingeplant om een voldoende hoogte te hebben voor de doorgang onder de hoofdkabel.

De hoofdverbinding bestaat uit een talud vanuit het Park aan de westkant en door een dubbele helling aan het AMCA gebouw.

### **Materialen**

De staalstructuur van het dek wordt geschilderd. Beproefde anticorrosieve systemen verzekeren een lange levensduur van de structuur. De getrokken elementen, de hoofdkabels en de hangers zijn kabels van het ‘gesloten’ type, dit opnieuw uit oogpunt van duurzaamheid.

De leuning bestaat uit verticale stijlen –staalplaat bevestigd op het brugdek–, een voorgespannen stalen net, en een handgreep uit geplooid staal. Al deze elementen worden in roestvast staal uitgevoerd.

De afwerking van het brugdek is een doorzichtige epoxy hars, met ingestrooide zandkorrels als antislip laag. De staalstructuur wordt geschilderd in een licht grijze metaalkleur.

Op regelmatige afstand (12m) wordt het regenwater langs de zijkant van het dek opgevangen en geleid naar afvoerbuizen in het brugdek. Deze afvoerbuizen worden langs iedere kant van de brug afgeleid naar het rioleringsstelsel.

#### **Architecturaal en functioneel licht**

Rekening houdend met de aanwezige straatverlichting op het kruispunt is een functionele verlichting van de brug zelf niet nodig. Een verlichting zou – indien gewenst door het stadsbestuur – ingewerkt kunnen worden in de handgreep langs één zijde van de brug

#### **Duurzaamheid (in de zin van Sustainability)**

De passerelle is een lichte, slanke structuur in staal. Belangrijke inspanningen zullen geleverd moeten worden, zowel op vlak van fabricage als op vlak van montage, om de kwaliteit van het bouwwerk te garanderen en de impact ervan op het leefmilieu te beperken.

Het brugdek wordt geprefabriceerd in het werkhuis. De nabijheid van water laat toe de bouwelementen te transporteren naar het bouwterrein langs waterwegen, een transport dat heel wat minder vervuilend en gevaarlijk is dan een transport langs openbare wegen.

De prefabricatie in het werkhuis zorgt ook voor voordelen op het vlak van productiviteit. De veiligheid van werknemers is verzekerd en dit terwijl de goede kwaliteit van lassen gegarandeerd is. Dit leidt ontegensprekelijk ook tot een langere levensduur van het bouwwerk.

Het prefabriceren geeft ook een geringe impact op de bouwwerf. De hinder en eventuele verkeersopstoppingen worden tot een minimum beperkt en de buurtbewoners kunnen hun dagelijks activiteiten verderzetten.

De goede verhouding tussen gewicht en weerstand van staal laat toe licht en slanke structuren te creëren. Het resultaat is een heel transparante structuur, waarvan de vorm en het interne krachterspel hand in hand gaan. De brug is een samenstel van hoofdzakelijk getrokken en gedrukte elementen. Dit krachterspel laat toe het staal op een heel efficiënte manier te gebruiken.

Het staal laat structurele keuzes toe met eerbied voor het leefmilieu in de breedst mogelijke zin, in alle etappes van de levenscyclus van een bouwwerk. Niet enkel is staal gemakkelijk terugwinbaar (het is onbeperkt recycleerbaar en wordt effectief op een economische manier gerecycleerd), maar het koppelt ook economische troeven en veiligheid aan het esthetische en het behoud van natuurlijke rijkdommen.

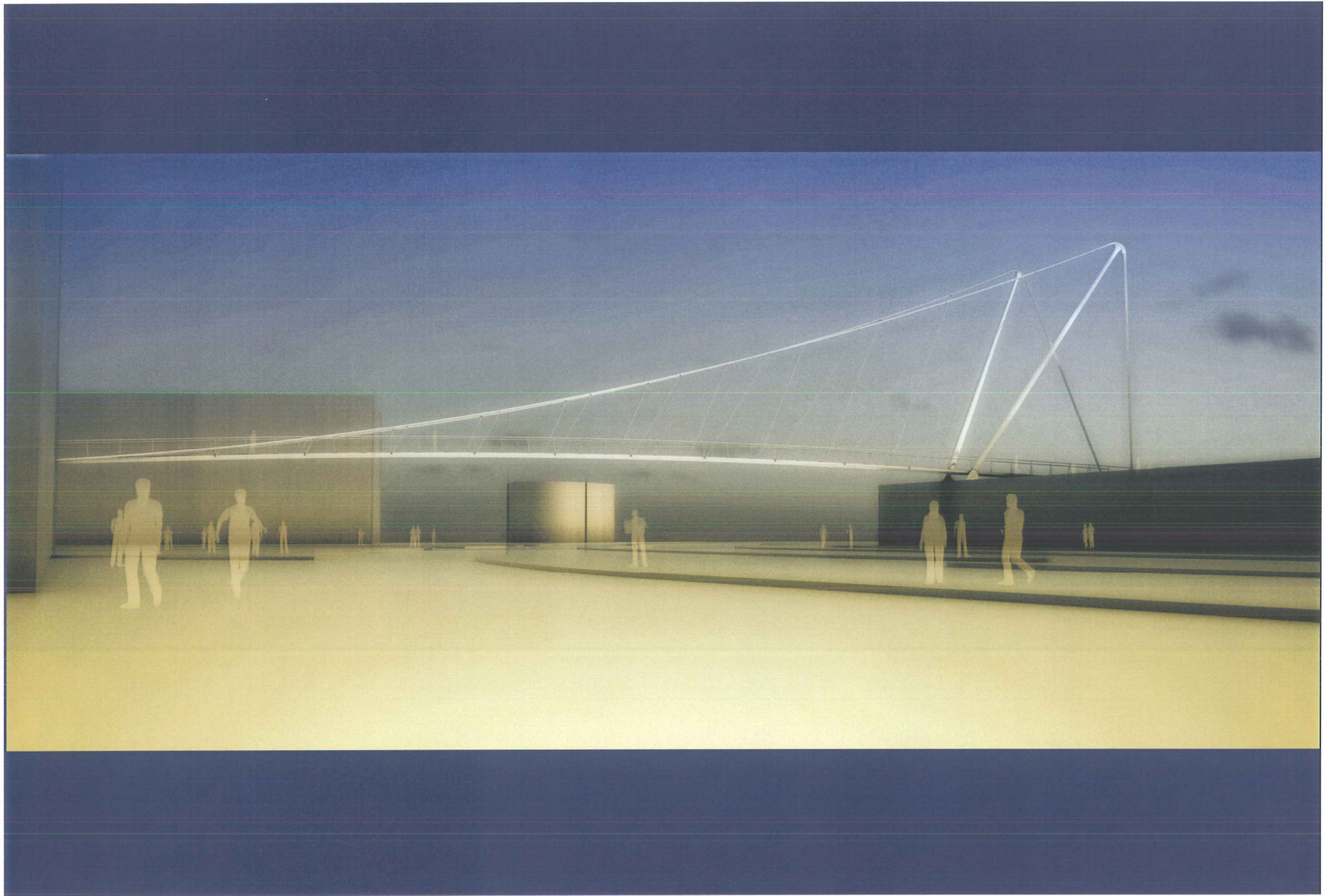
#### **Onderhoud – Duurzaamheid (in de zin van Durability)**

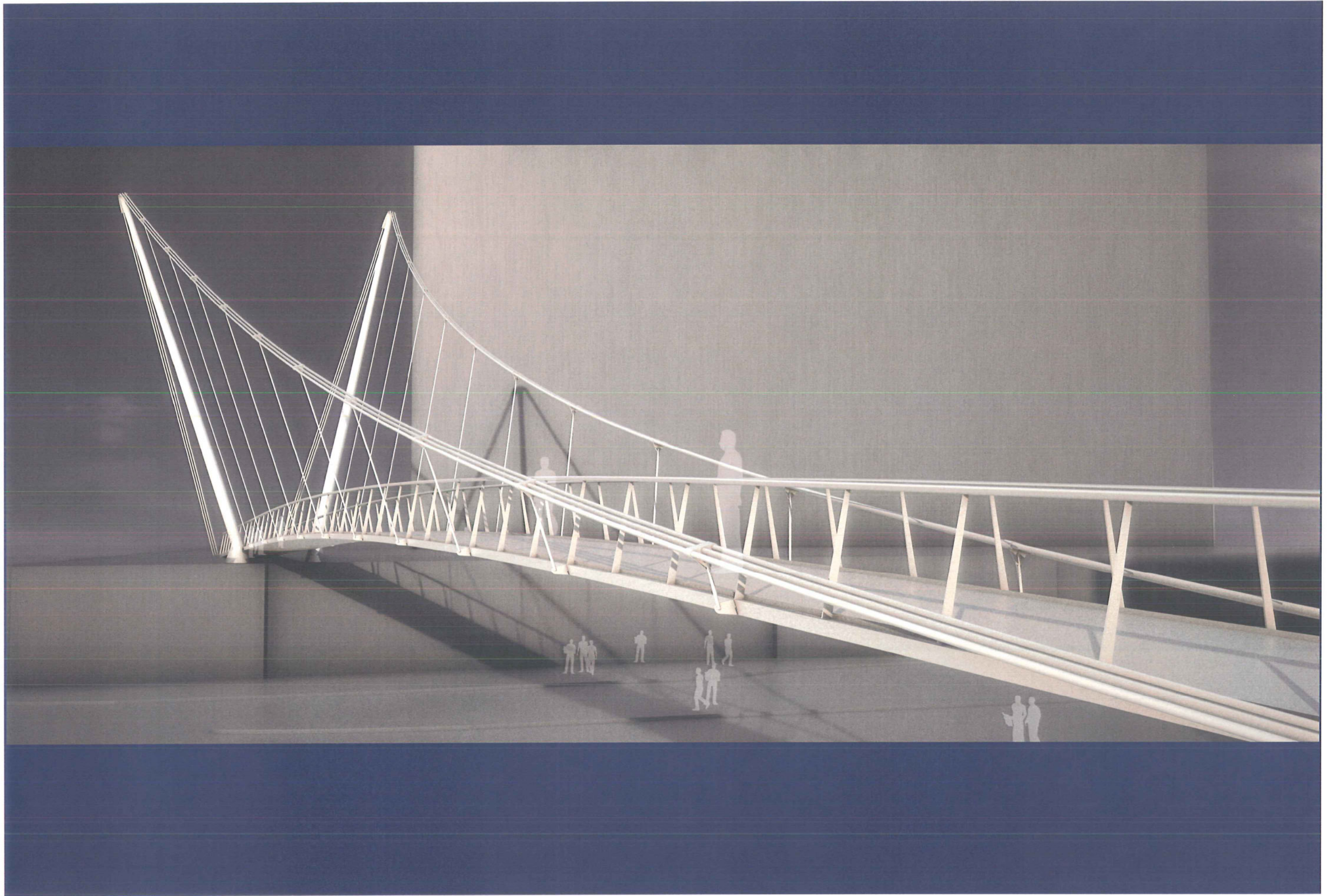
Als gevolg van gemakkelijke bereikbare details, meestal gelast, de gesloten sectie van het brugdek en van kwalitatief hoogstaande materialen, is regelmatige inspectie visueel mogelijk, dus zonder het gebruik van extra materieel.

Door gebruik te maken van roestvast staal voor de leuning wordt, naast een lange levensduur gegarandeerd, ook een efficiënte bescherming gegeven tegen vandalisme.

Het herschilderen van de stalen elementen zal, in functie van de vervuilingsgraad, nodig zijn. Door gepaste verfsystemen en -diktes te gebruiken kan echter een minimale levensduur van de originele verflagen van 15 jaar gegarandeerd worden.

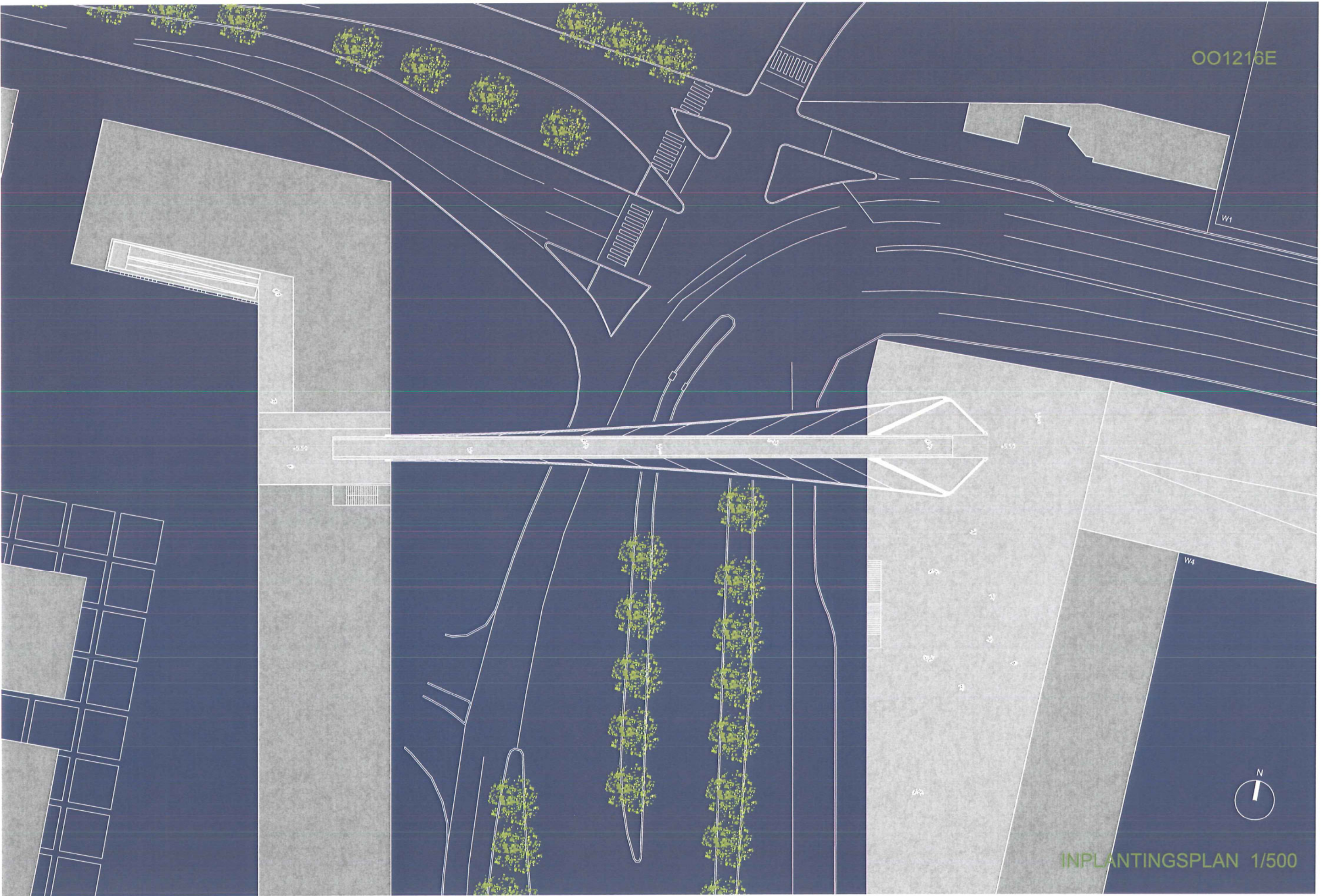








OO1216E



W1

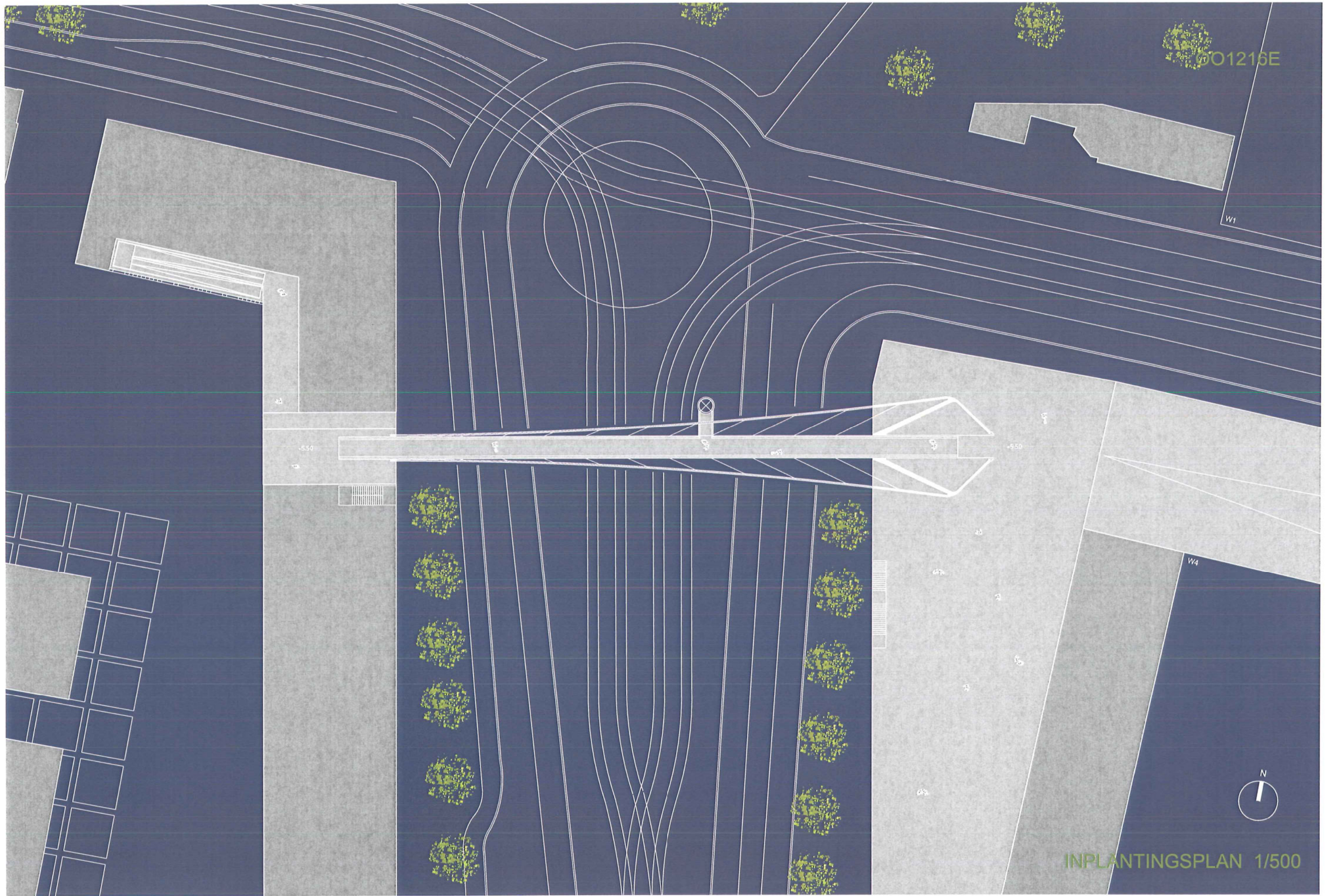
5.50

5.50

W4



INPLANTINGSPLAN 1/500



O1216E

W1

-5.50

-5.50

W4

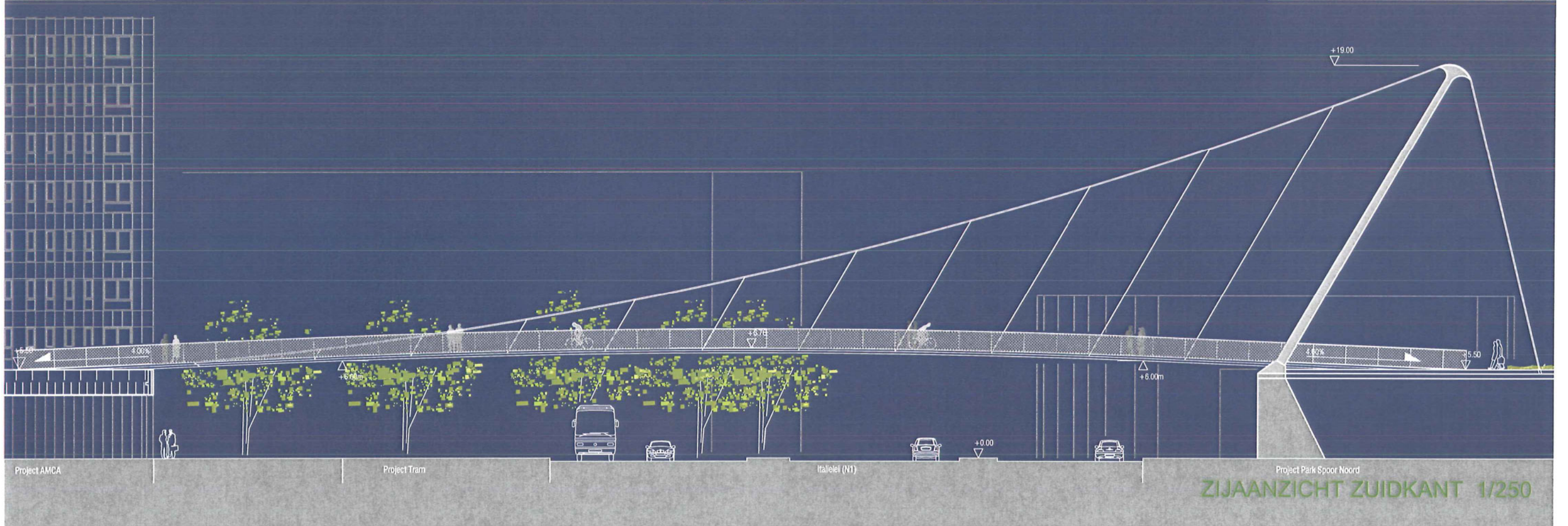
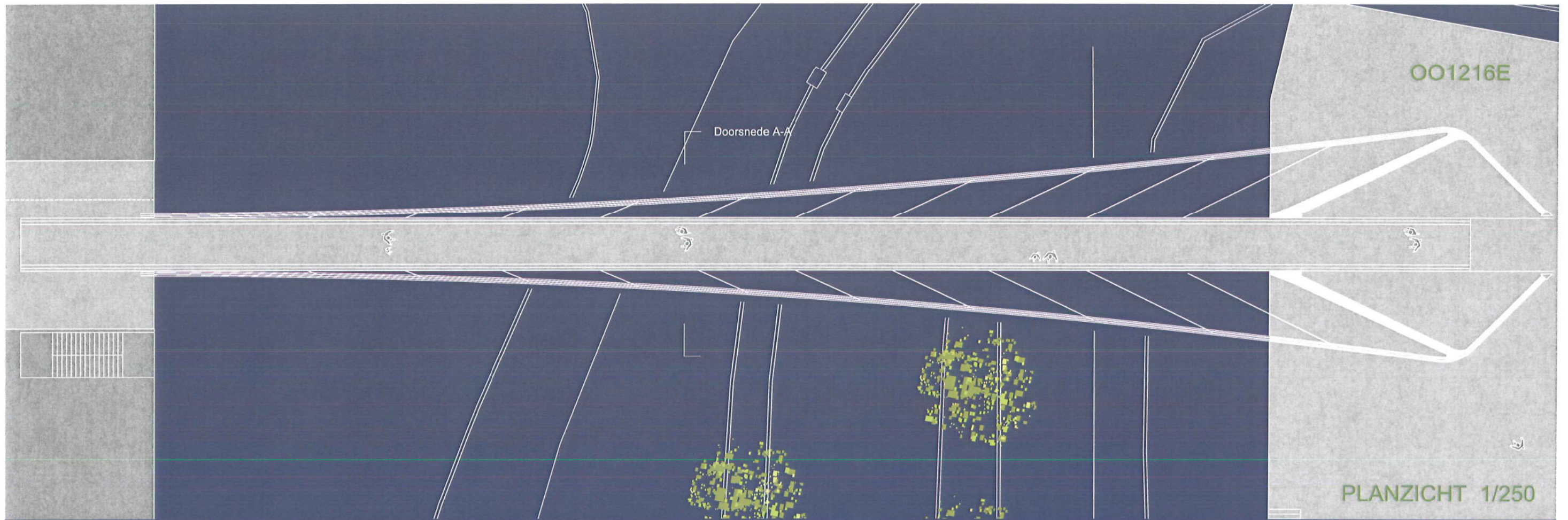


INPLANTINGSPLAN 1/500

OO1216E



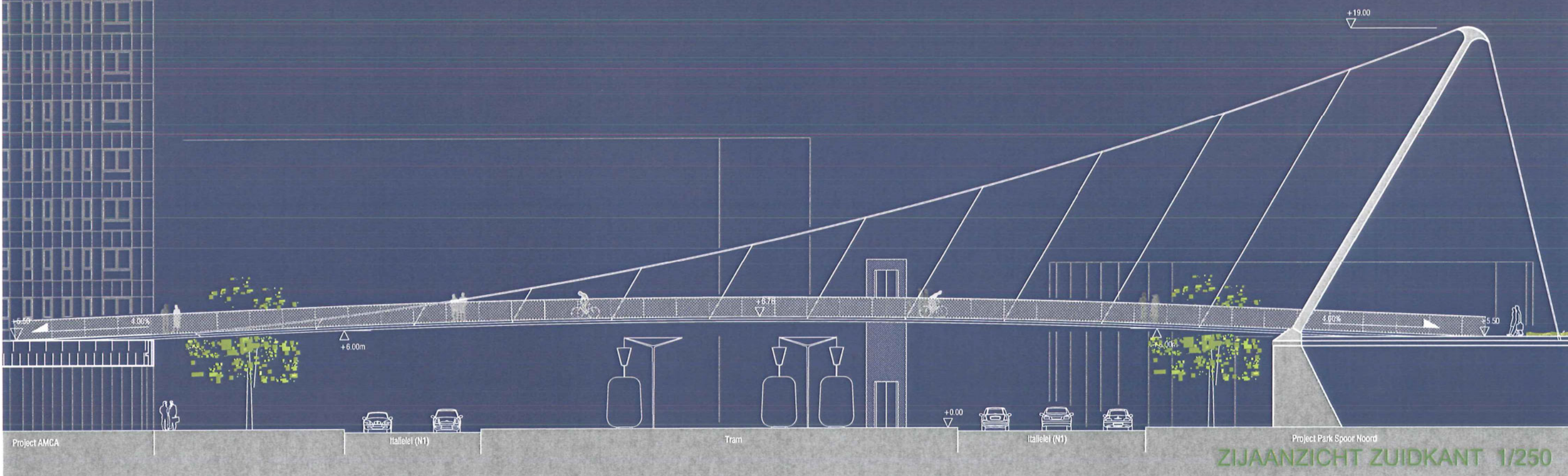
ZIJAANSICHT 1/500



OO1216E

Doorsnede A-A

PLANZICHT 1/250



Project AMCA

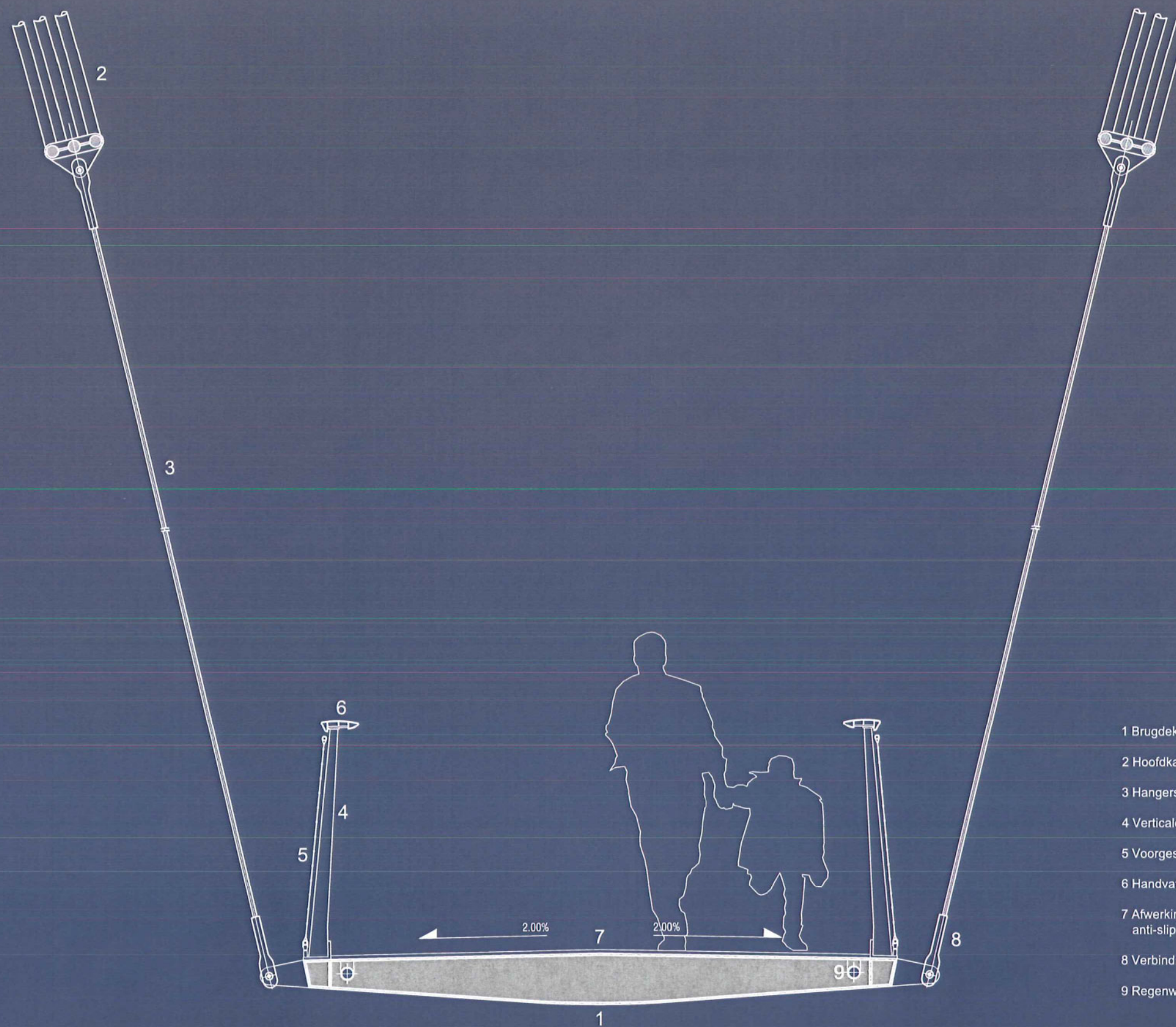
Italiëlei (N1)

Tram

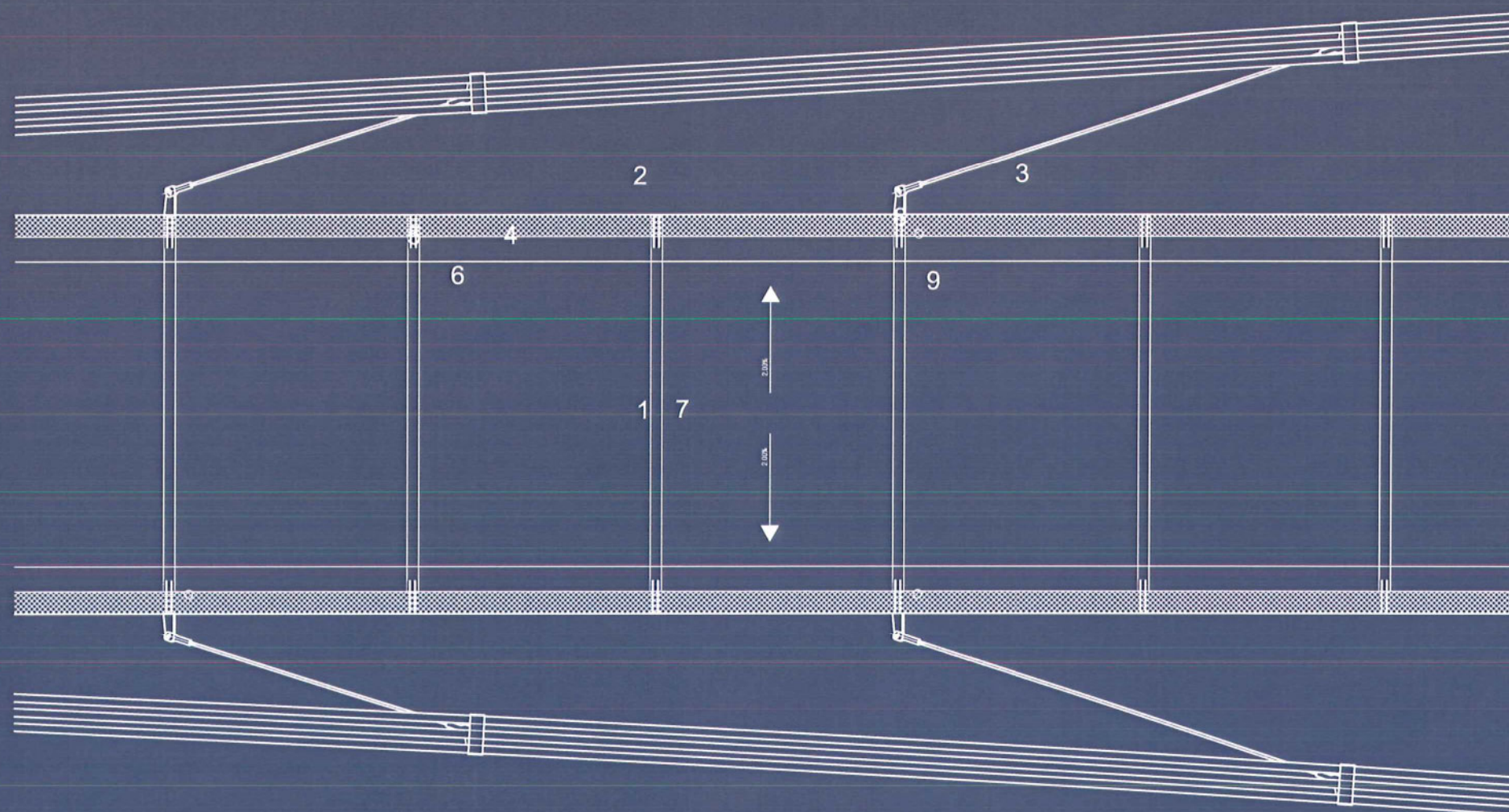
Italiëlei (N1)

Project Park Spoor Noord

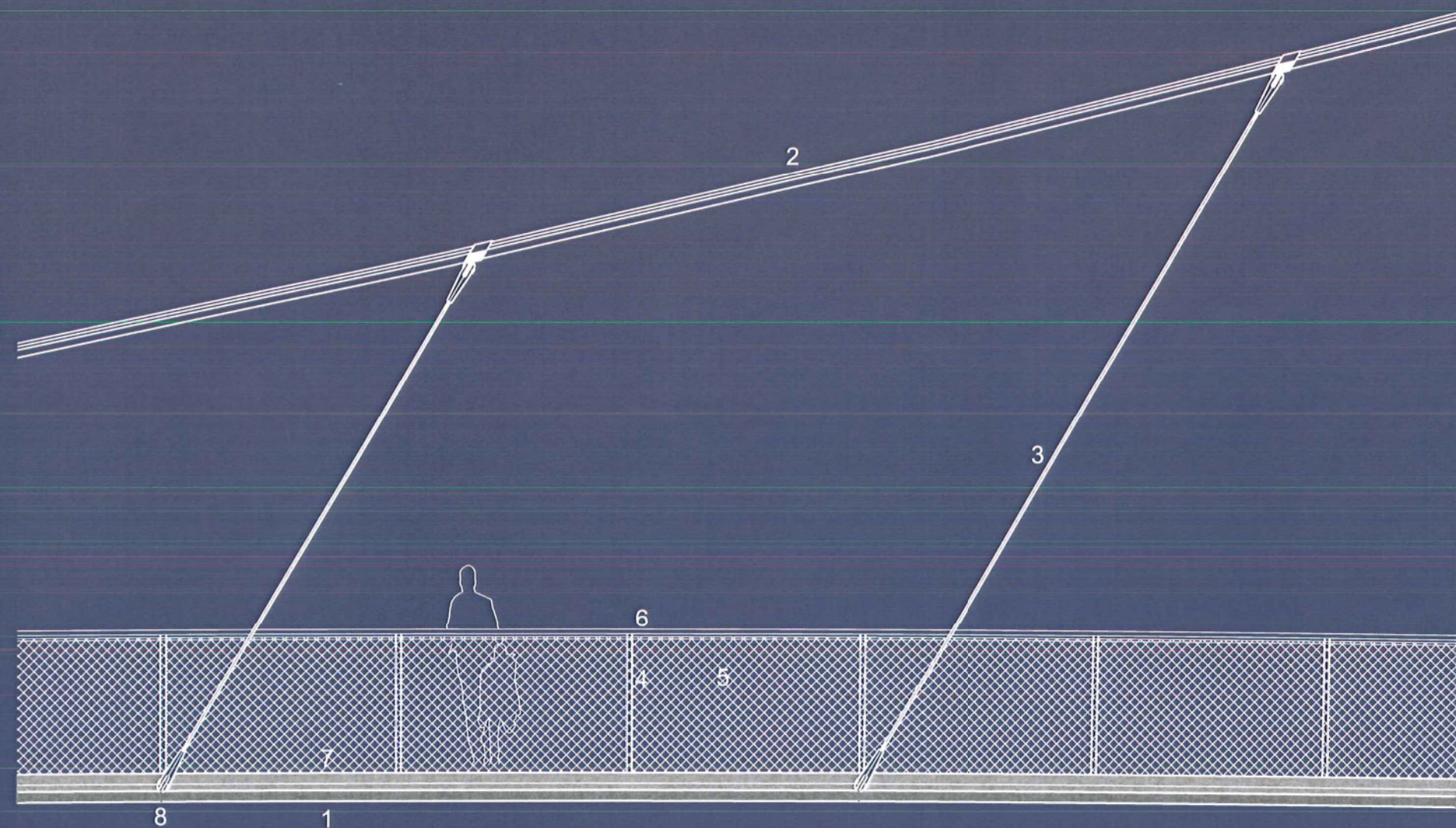
ZIJAANZICHT ZUIDKANT 1/250



- 1 Brugdek; gesloten sectie uit staalplaat t=16mm; S355; geschilderd
- 2 Hoofdkabel; kabels d=3x100mm; type: "gesloten"
- 3 Hangers; kabels d=45mm; type: "gesloten"
- 4 Verticale stijnen; staalplaat vastgemaakt op het brugdek
- 5 Voorgespannen kabels als valbescherming
- 6 Handvat in geplooide staalplaat
- 7 Afwerkingslaag; doorschijnende epoxy hars; anti-slip (door ingestrooide zandkorrels)
- 8 Verbindingselementen in roestvast staal
- 9 Regenwater afvoer



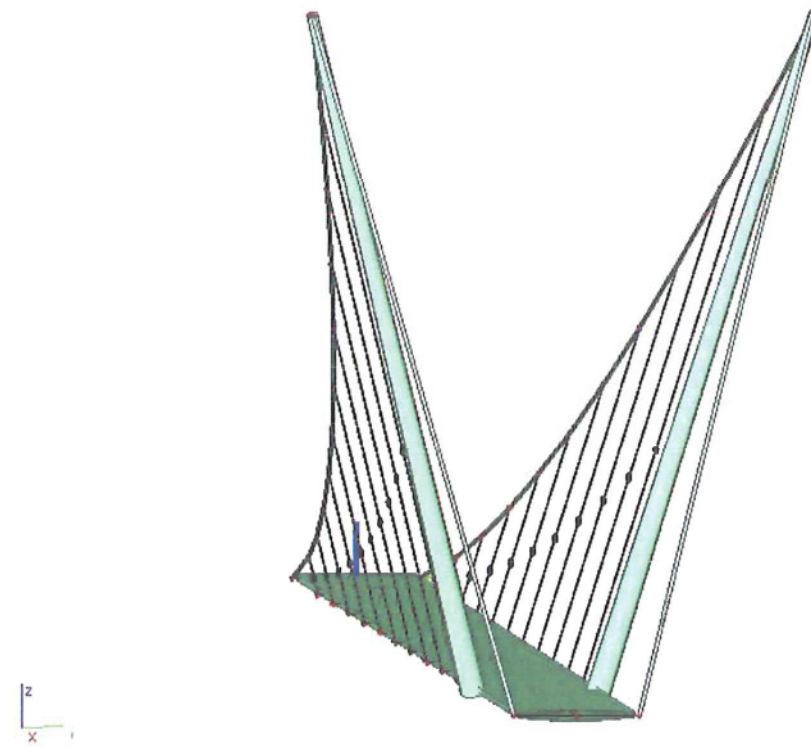
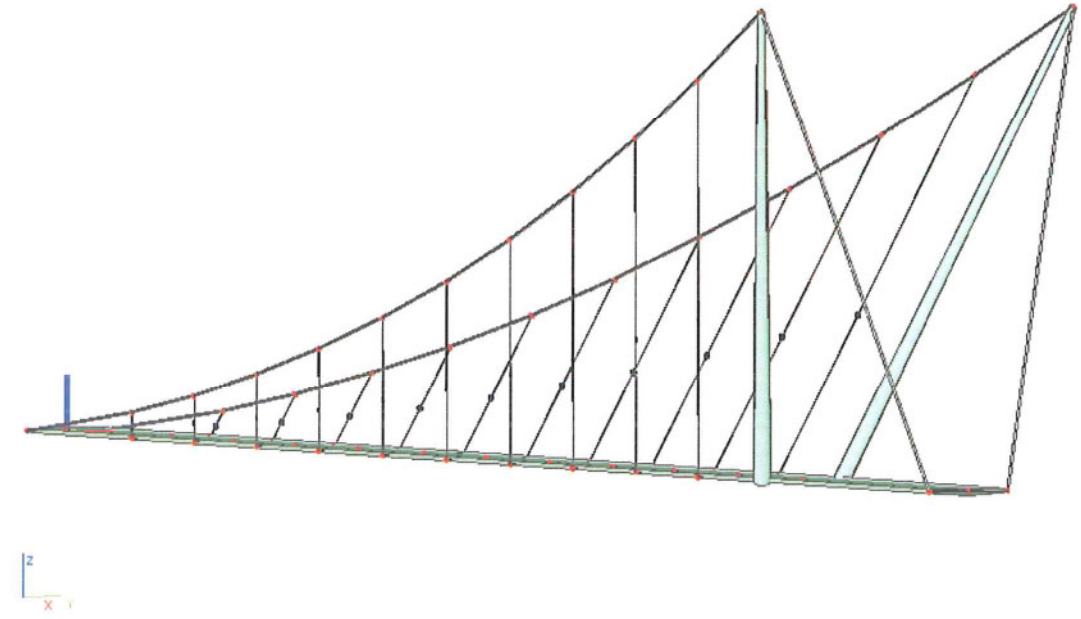
- 1 Brugdek; gesloten sectie uit staalplaat t=16mm; S355; geschilderd
- 2 Hoofdkabel; kabels d=3x100mm; type: "gesloten"
- 3 Hangers; kabels d=45mm; type: "gesloten"
- 4 Verticale stijlen; staalplaat vastgemaakt op het brugdek
- 5 Voorgespannen kabels als valbescherming
- 6 Handvat in geplooide staalplaat
- 7 Afwerkingslaag; doorschijnende epoxy hars; anti-slip (door ingestrooide zandkorrels)
- 8 Verbindingselementen in roestvast staal
- 9 Regenwater afvoer



- 1 Brugdek; gesloten sectie uit staalplaat t=16mm; S355; geschilderd
- 2 Hoofdkabel; kabels d=3x100mm; type: "gesloten"
- 3 Hangers; kabels d=45mm; type: "gesloten"
- 4 Verticale stijlen; staalplaat vastgemaakt op het brugdek
- 5 Voorgespannen kabels als valbescherming
- 6 Handvat in geplooide staalplaat
- 7 Afwerkingslaag; doorschijnende epoxy hars; anti-slip (door ingestrooide zandkorrels)
- 8 Verbandingselementen in roestvast staal
- 9 Regenwater afvoer



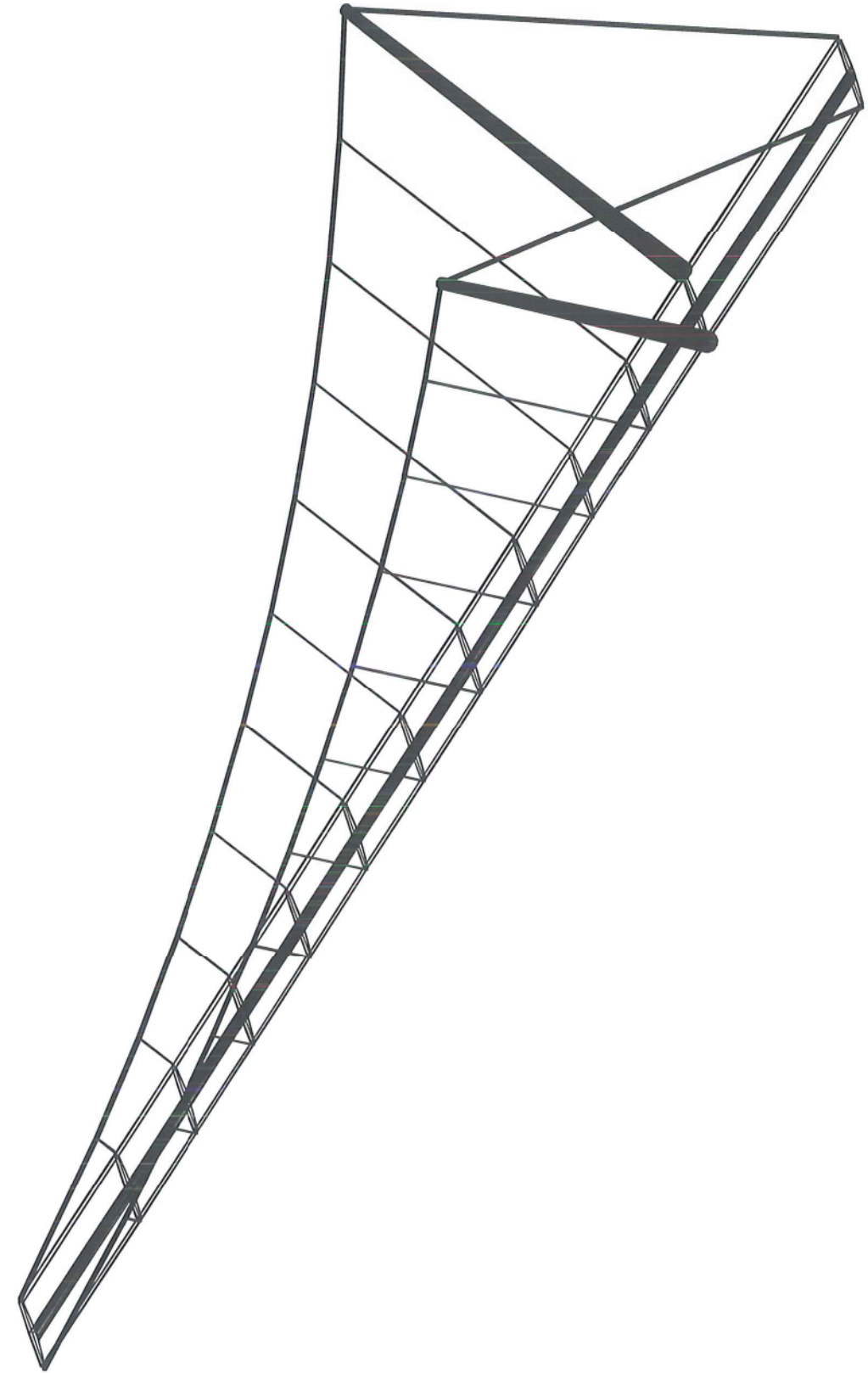
Voorontwerpstudie van de fiets- en voetgangersbrug over de Leien te Antwerpen tpv Park Spoor Noord



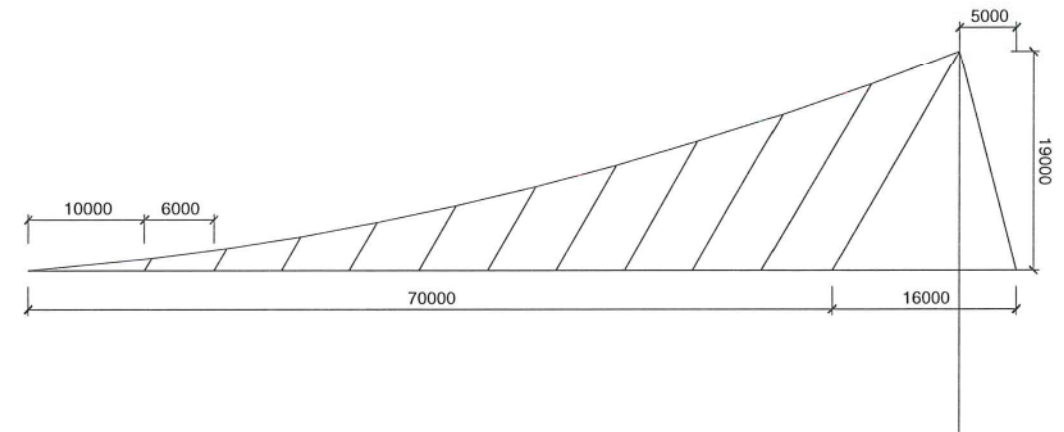
## Inhoudsopgave

Voorontwerpstudie van de fiets- en voetgangersbrug over de Leien te Antwerpen tpv Park Spoor Noord	1
C:\Documents and Settings\bds\Desktop\zicht3D-4.bmp	1
C:\Documents and Settings\bds\Desktop\zicht3D-3.bmp	1
<b>1. Geometrie</b>	3
Isometrie met profielsecties	3
Zijaanzicht [mm]	4
Bovenzicht [mm]	4
Vooraanzicht	5
Isometrie met nummering van profieltypes	6
Materialenlijst	6
Variabel profiel	6
Doorsnede-eig. , standaard , gebruikte profielen	7
Steunpunten	10
Scharnieren	10
<b>2. Belastingen</b>	11
	11
<b>2.1. Belastingsgevallen</b>	11
Vaste lasten	11
Gebruikslasten: linker overspanning	12
Gebruikslasten: rechter overspanning	12
Windbelasting	13
Temperatuurstijging +30°	13
Temperatuursdaling -30°	14
Temperatuurverschil tussen bouwdelen: draagkabel -30°	14
Gebruiksbelasting in langsrichting: 10% van verticale last	15
<b>2.2. Belastingscombinaties</b>	15
	15
<b>3. Resultaten</b>	16
<b>3.1. Staafkrachten</b>	16
Normaalkrachten, in UGT voor hoofdtraagkabel	16
Normaalkrachten, in UGT, brugdek	16
Buigende momenten, in UGT, brugdek	17
Normaalkrachten, in UGT, voor hangers	17
Normaalkrachten, in UGT, pyloon	18
Buigende momenten, My, in pyloon, in UGT	18
Buigende momenten, Mz, in pyloon, in UGT	19
Reacties, tip, in GGT	19
Reacties, tpv pyloon, in GGT	20
<b>3.2. Vervormingen</b>	21
Vervormingen uz, van brugdek, onder het belastingsgeval eigengewicht	21
Vervormingen uz, van brugdek, onder het belastingsgeval "gebruiks-links"	21
Vervormingen uz, van brugdek, onder het belastingsgeval "gebruiks-rechts"	22
Vervormingen uy, van brugdek, onder windbelastingen	22
Vervormingen uy, van pylonen, onder windlasten	23
<b>3.3. Stabiliteit</b>	24
Eerste kritieke last: knik van het brugdek: alpha-kritiek= 2.03	24
Tweede kritieke last: knik van de pylonen: alpha-kritiek=3.1	24
Hogere eigenvorm	25
Hogere eigenvormen	25
<b>3.4. Dynamica</b>	26
Verantwoording resultaten	26
Verticaal: eerste eigenmode: frequentie: 0.52Hz	26
Verticaal: tweede eigenmode: frequentie: 0.76Hz	27
Horizontaal: eerste eigenmode: frequentie: 1.72Hz	27
Eerste torsie-eigenmode: frequentie: 5.25Hz	28

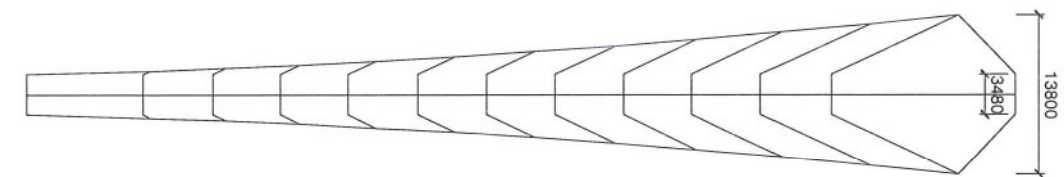
1. Geometrie



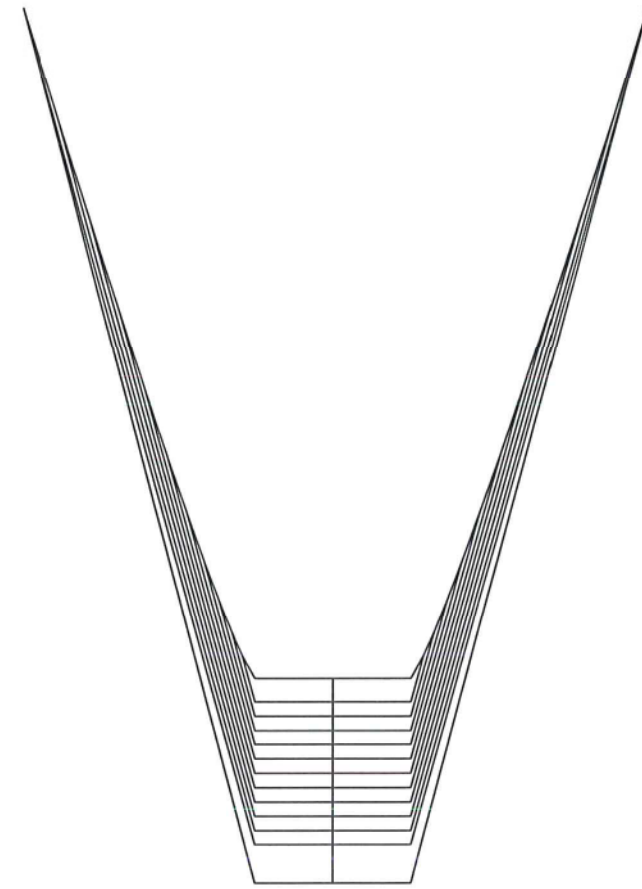
Isometrie met profielsecties



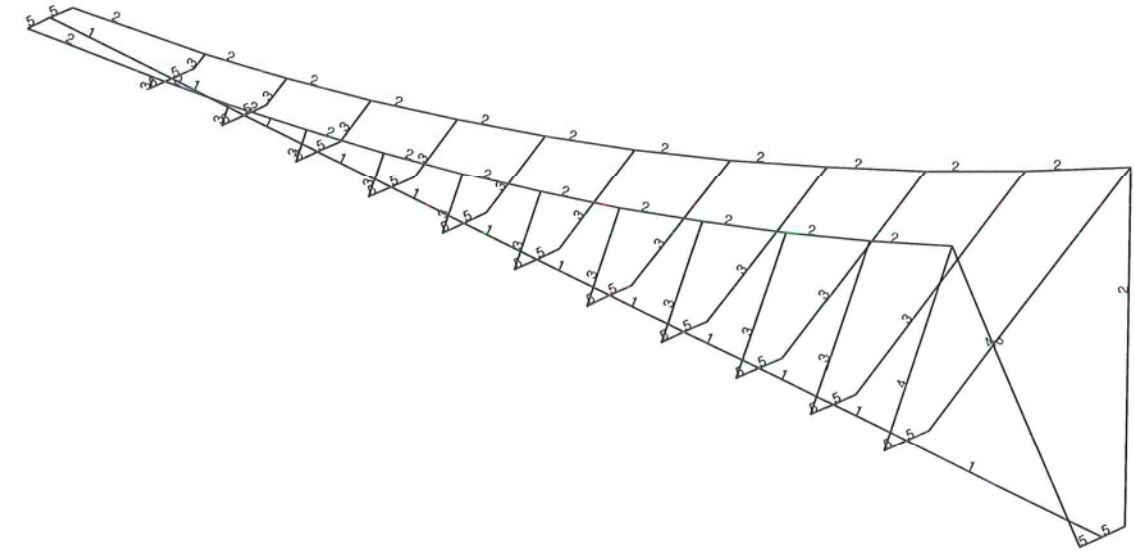
Zijaanzicht [mm]



Bovenzicht [mm]



Vooraanzicht



Isometrie met nummering van profieltypes

**Materialenlijst**  
 Groep staven:  
 1/84

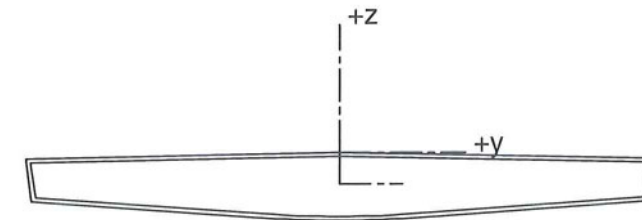
nr.	Naam	Kwaliteit	Eenh. gewicht kg/m	Lengte m	Massa kg
1	brugdek	S 235	1095.02	86.00	94171.57
2	hoofdkabel (150)	S 235	138.72	207.98	28851.39
3	hangers (35)	S 235	7.55	172.92	1305.96
4	pyloon (850,35)	S 235	703.47	45.11	23943.73
5	DUMMY (Numeriek)	DUMMY	1.00	45.24	45.24

Totaal gewicht van constructie: 148317.88 kg  
 Verfoppervlakte: 1439.54 m<sup>2</sup>

**Variabel profiel**

macro	doorsnede	Lengte m	Delen	positie	uitlijning	afmeting[origineel/gewijzigd] mm
41	4 - pyloon (850,35)	22.553	20	Begin	Geen uitlijnen	[850/450]
52	4 - pyloon (850,35)	22.553	20	Begin	Geen uitlijnen	[850/450]

Profielen

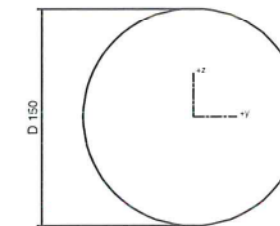


brugdek

Doorsnedeno. 1 - brugdek  
 Materiaal : 10 - S 235

A :	1.394928e+005 mm <sup>2</sup>		
Ay/A :	0.759	Az/A :	0.001
Iy :	2.480898e+009 mm <sup>4</sup>	Iz :	1.373675e+011 mm <sup>4</sup>
Iyz :	-5.330805e-003 mm <sup>4</sup>	It :	8.404375e+009 mm <sup>4</sup>
Iw :	0.000000e+000 mm <sup>6</sup>		
Wely :	1.320911e+007 mm <sup>3</sup>	Welz :	8.406822e+007 mm <sup>3</sup>
Wply :	1.805357e+007 mm <sup>3</sup>	Wplz :	1.202658e+008 mm <sup>3</sup>
cy :	-0.00 mm	cz :	-162.18 mm
iy :	133.36 mm	iz :	992.35 mm
dy :	0.00 mm	dz :	-21.12 mm
Omtrek :	13981.06 mm		

Controletype: A-typische doorsnede

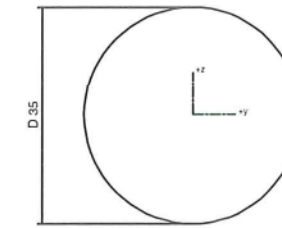


hoofdkabel (150)

Doorsnedeno. 2 - hoofdkabel (150)  
 Materiaal : 10 - S 235

A :	1.767146e+004 mm <sup>2</sup>		
Ay/A :	0.850	Az/A :	0.850
Iy :	2.485049e+007 mm <sup>4</sup>	Iz :	2.485049e+007 mm <sup>4</sup>
Iyz :	1.376521e-006 mm <sup>4</sup>	It :	4.970098e+007 mm <sup>4</sup>
Iw :	0.000000e+000 mm <sup>6</sup>		
Wely :	3.304998e+005 mm <sup>3</sup>	Welz :	3.304998e+005 mm <sup>3</sup>
Wply :	5.614217e+005 mm <sup>3</sup>	Wplz :	5.614298e+005 mm <sup>3</sup>
cy :	0.00 mm	cz :	0.00 mm
iy :	37.50 mm	iz :	37.50 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Omtrek :	470.64 mm		

Controletype: A-typische doorsnede

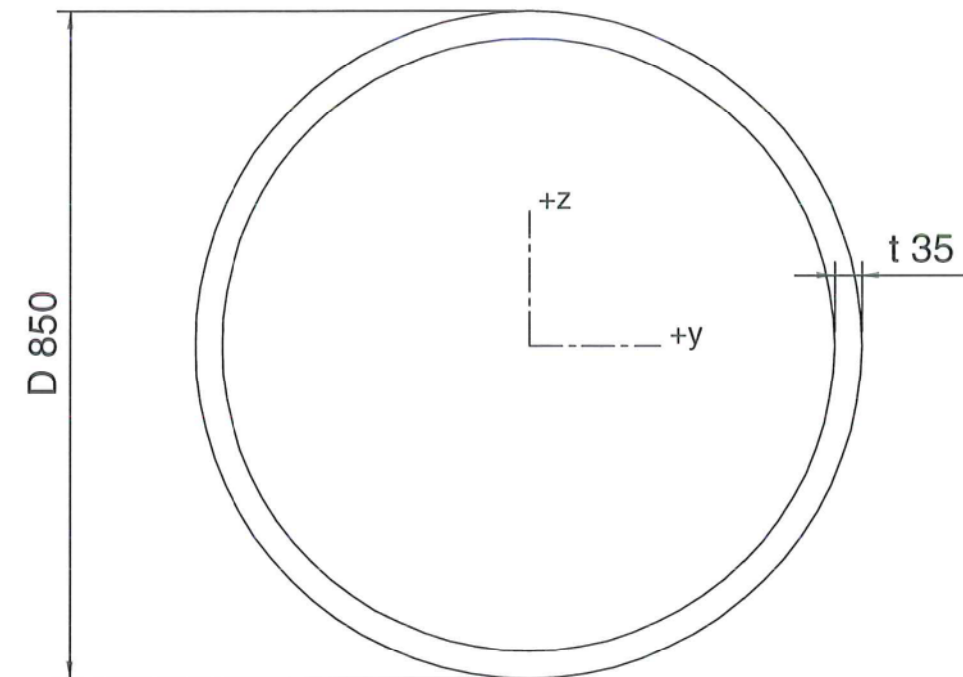


**hangers (35)**

Doorsnedeno. 3 - hangers (35)  
 Materiaal : 10 - S 235

A	: 9.621127e+002 mm <sup>2</sup>		
Ay/A	: 0.850	Az/A	: 0.850
Iy	: 7.366176e+004 mm <sup>4</sup>	Iz	: 7.366176e+004 mm <sup>4</sup>
Iyz	: 0.000000e+000 mm <sup>4</sup>	It	: 1.473235e+005 mm <sup>4</sup>
Iw	: 0.000000e+000 mm <sup>6</sup>		
Wely	: 4.198570e+003 mm <sup>3</sup>	Welz	: 4.198570e+003 mm <sup>3</sup>
Wply	: 7.132134e+003 mm <sup>3</sup>	Wplz	: 7.132237e+003 mm <sup>3</sup>
cy	: 0.00 mm	cz	: 0.00 mm
iy	: 8.75 mm	iz	: 8.75 mm
dy	: 0.00 mm	dz	: 0.00 mm
Omtrek		109.82 mm	

Controletype: A-typische doorsnede



**pyloon (850,35)**

Doorsnedeno. 4 - pyloon (850,35)  
 Materiaal : 10 - S 235

A	: 8.961393e+004 mm <sup>2</sup>		
Ay/A	: 0.637	Az/A	: 0.637
Iy	: 7.454199e+009 mm <sup>4</sup>	Iz	: 7.454199e+009 mm <sup>4</sup>
Iyz	: -1.183698e-003 mm <sup>4</sup>	It	: 1.488095e+010 mm <sup>4</sup>
Iw	: 0.000000e+000 mm <sup>6</sup>		
Wely	: 1.749483e+007 mm <sup>3</sup>	Welz	: 1.749483e+007 mm <sup>3</sup>
Wply	: 2.321759e+007 mm <sup>3</sup>	Wplz	: 2.321792e+007 mm <sup>3</sup>



A	:	8.961393e+004 mm <sup>2</sup>			
cy	:	0.00 mm	cz	:	0.00 mm
iy	:	288.41 mm	iz	:	288.41 mm
dy	:	0.00 mm	dz	:	0.00 mm
Omtrek	:		2666.97 mm		

Controletype: A-typische doorsnede  
Doorsnedeno. 5 - DUMMY (Numeriek)  
Materiaal : 93 - DUMMY

A	:	1.000000e+006 mm <sup>2</sup>			
Ay/A	:	1.000	Az/A	:	1.000
ly	:	1.000000e+012 mm <sup>4</sup>	lz	:	1.000000e+012 mm <sup>4</sup>
lyz	:	0.000000e+000 mm <sup>4</sup>	lt	:	1.000000e+012 mm <sup>4</sup>
lw	:	1.000000e+012 mm <sup>6</sup>			
Wely	:	1.000000e+009 mm <sup>3</sup>	Welz	:	1.000000e+009 mm <sup>3</sup>
Wply	:	1.000000e+009 mm <sup>3</sup>	Wplz	:	1.000000e+009 mm <sup>3</sup>
cy	:	0.00 mm	cz	:	0.00 mm
iy	:	1000.00 mm	iz	:	1000.00 mm
dy	:	0.00 mm	dz	:	0.00 mm
Omtrek	:		0.00 mm		

Controletype: A-typische doorsnede

# DIMENSIONERING VAN HOOFDKABELS & HANGERS.

## HOOFDKABEL

Diameter uit berekening:

$$D = 150 \text{ mm}$$

↳ STAALGETTIE !!

equivalente diameter vr. kabel.

type: "Verschlossenes Seil" (zie o.g.d. blz. type 4.15).

$$A_{\text{staal}} = 150^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 17671 \text{ mm}^2 \text{ vr. 3 kabels.}$$

$$A_{\text{kabel}} = \frac{17671}{3} \cdot \frac{210}{160} \cdot 0,75 = 10503 \text{ mm}^2$$

↳ # kabels

↳  $\frac{E_{\text{staal}}}{E_{\text{kabel}}}$  verhouding opp. vol, opp. verels

↳ Diameter = 114 mm.

---

## HANGERS.

Diameter uit berekening:

$$D = 35 \text{ mm.}$$

Zelfde type

$$A_{\text{staal}} = 362 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{kabel}} = 362 \cdot \frac{210}{160} \cdot 0,75 = 1684 \text{ mm}^2$$

↳

$$\text{Diameter} = 46 \text{ mm.}$$



Drahtseil z/Z  
Gleichschlag  
rechtsgängig



Drahtseil s/S  
Gleichschlag  
linksgängig

3.7 Spannungsarm. Ein Drahtseil ist spannungsarm (auch drallarm genannt), wenn seine Litzen u. Drähte im unbelasteten Zustand nach Entfernen der Seilabindung an den Enden nicht oder nur so weit aus dem Seilverband treten, daß sie von Hand mühelos in ihre ursprüngliche Lage zurückgelegt werden können<sup>1)</sup>.

3.8 Drehungsfrei. Ein Drahtseil ist drehungsfrei, wenn es sich unter der Einwirkung einer in Richtung der Seilachse wirkenden, ungeführten Last nicht um seine Längsachse aufdreht<sup>1)</sup>.

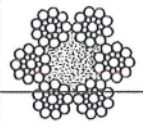
4. Macharten (Konstruktionen)

4.1 Rundseil. Ein Rundseil hat runden Querschnitt. aus mehreren Rundlitzen in kreissymmetrischer Anordnung.

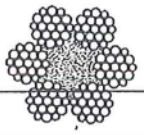
4.1.1 Einlagiges Rundlitzenseil. Ein einlagiges Rundlitzenseil besteht aus einer Lage von mehreren Fasern, vorwiegend 6 Litzen, die um einen Kern aus Faserstoff oder Drähten verseilt sind.

4.1.1.1 Parallelschlagseil. Parallelschlagseil ist eine Sammelbezeichnung für die in Abschnitt 4.1.1.2 bis 4.1.1.5 aufgeführten Drahtseile. Sie können im Kreuzschlag (siehe Abschnitt 3.5) oder im Gleichschlag (siehe Abschnitt 3.6) hergestellt werden.

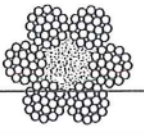
4.1.1.1.2 Seale-Seil. Ein Seale-Seil hat Litzen mit gleicher Schlaglänge aller Drähte, jede Litze enthält 2 Drähtlagen mit gleicher Anzahl von Drähten in jeder Lage. Die äußere Drähtlage besteht aus dickeren Drähten. Sämtliche Drähte sind in einem Arbeitsgang verseilt.



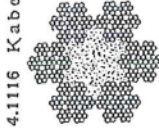
4.1.1.1.3 Warrington-Seil. Ein Warrington-Seil hat Litzen mit gleicher Schlaglänge aller Drähte. Die innere Lage jeder Litze besteht aus gleich dicken Drähten, die äußere Lage aus doppelt so vielen abwechselnd dicken u. dünnen Drähten. Sämtliche Drähte sind in einem Arbeitsgang verseilt.



4.1.1.1.4 Fülldraht-Seil. Ein Fülldrahtseil hat Litzen mit gleicher Schlaglänge aller Drähte. Innerhalb jeder Drähtlage sind die Drahtdurchmesser gleich. In den Lücken zwischen den Drähtlagen befinden sich dünne Füllerdrähte; sämtliche Drähte sind in einem Arbeitsgang verseilt.



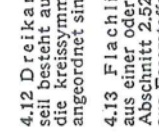
4.1.1.1.5 Verbundmacharten. Die Litzen der Parallelschlag-Macharten können noch mit einer Drahtdecklage in normaler Machart versehen werden (gedeckte Parallelschlagmachart).



4.1.1.1.6 Kabelschlag. Als Kabelschlag bezeichnet man eine dreifache Verseilung, sie besteht aus der Verseilung von Drähten zur Litze (= einfache Verseilung), von Litzen zum Drahtseil (= zweifache Verseilung, im Schiffbau auch Kardeele genannt, vgl. DIN 83305 Blatt 2) u. von Drahtseilen zu einem Kabelschlagseil (= dreifache Verseilung).

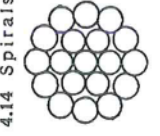


4.1.1.2 Mehrlagiges Rundlitzenseil (auch Litzen-Spiralseil genannt). Ein mehrlagiges Rundlitzenseil besteht aus zwei oder mehr Lagen von Rundlitzen, wobei die Litzen miteinander sowohl in normaler als auch in Parallelschlag-Machart verseilt sein können.

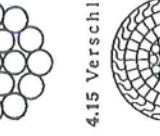


4.1.2 Dreikantenzitenseil. Ein Dreikantenzitenseil besteht aus Dreikantlitzen (siehe Abschnitt 2.51), die kreissymmetrisch um einen Kern aus Faserstoff angeordnet sind.

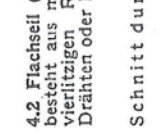
4.1.3 Flachlitzenseil. Ein Flachlitzenseil besteht aus einer oder mehreren Lagen von Flachlitzen (siehe Abschnitt 2.52), die kreissymmetrisch um einen Kern aus Faserstoffen angeordnet sind.



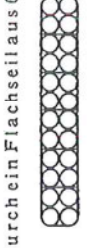
4.1.4 Spiralseil. Ein Spiralseil gleicht im Aufbau einer Rundlitze; die einzelnen Drähtlagen sind jedoch abwechselnd rechtsgängig u. linksgängig geschlagen.



4.1.5 Verschlössenes Seil. Ein verschlossenes Seil besteht aus einem Kern von Drähten mit rundem Querschnitt u. einer oder mehreren Lagen von Füllerdrähten, die in der äußeren Lage durch eine einandergreifende Querschnitte eine praktisch lückenlose Oberfläche ergeben.



4.2 Flachseil (auch Bandseil genannt). Ein Flachseil besteht aus mehreren nebeneinanderliegenden, meist vierlitziigen Rundlitzenseilen (Schenkeln), die mit Drähten oder Litzen einfach oder doppelt genäht sind.

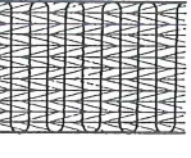


Schnitt durch einen vierlitziigen Schenkel

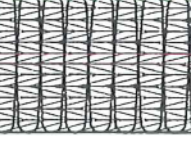
Schnitt durch ein Flachseil aus 6 Schenkeln

<sup>1)</sup> Es ist zu beachten, daß auch spannungsarme oder drehungsarme oder drehungsfreie Seile an den freien Enden gut abgebunden sein müssen, damit die Litzen sich beim Bewegen des Seiles in ihrer gegenseitigen Lage nicht verschieben.

Ansicht eines Flachseiles aus 6 Schenkeln einfach genäht



Ansicht eines Flachseiles aus 6 Schenkeln doppelt genäht



4.3 Geflochtenes Seil (auch Flechtseil genannt). Ein geflochtenes Seil besteht aus einer geraden Anzahl (mindestens 4) miteinander geflochtener Rundlitzen, von denen die eine Hälfte linksgängig, die andere rechtsgängig geschlagen ist.

5. Rechnungsgrößen

5.1 Metallischer Drahtseilquerschnitt. Der metallische Drahtseilquerschnitt ist die Summe der Nennquerschnitte aller Seildrähte (in mm<sup>2</sup>).

5.2 Füllgrad. Der Füllgrad eines Drahtseiles ist das Verhältnis des metallischen Drahtseilquerschnittes zur Fläche des den Drahtseilquerschnitt umschreibenden Kreises.

5.3 Festigkeit. 5.3.1 Nennfestigkeit. Die Nennfestigkeit ist die der Berechnung der rechnerischen Bruchlast zugrunde gelegte Zugfestigkeit des Drahtes (Drahtfestigkeit).

5.3.2 Ermittelte Festigkeit. Die ermittelte Festigkeit ist die im Zugversuch festgestellte Zugfestigkeit des einzelnen Seildrahtes (in kg/mm<sup>2</sup>).

5.4 Rechnerische Bruchlast. Die rechnerische Bruchlast eines Drahtseiles ist das Produkt aus dem metallischen Drahtseilquerschnitt u. der Nennfestigkeit der Seildrähte.

5.5 Ermittelte Bruchlast. Die ermittelte Bruchlast eines Drahtseiles ist die Summe aller im Zugversuch festgestellten Bruchlasten der Einzeldrähte.

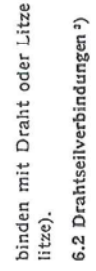
5.6 Wirkliche Bruchlast (auch effektive Bruchlast genannt). Die wirkliche Bruchlast eines Drahtseiles ist die durch Zerreißen des Seiles im ganzen Strang festgestellte Bruchlast.

5.7 Verselverlust. Als Verselverlust wird der Unterschied zwischen der ermittelten u. der wirklichen Bruchlast bezeichnet; er wird in Prozent der ermittelten Bruchlast ausgedrückt.

5.8 Biegewechsel. Die Zahl der Biegewechsel bis zum Bruch ist ein Maß für die Lebensdauer des Drahtseiles beim Seil-Dauerbiegeversuch. Einfachbiegewechsel bezeichnet den Übergang eines Drahtseiles aus dem gebogenen in den geraden u. wieder zurück in den gebogenen Zustand (Kurzzeichen: ~). Gegenbiegewechsel bezeichnet den Übergang eines Drahtseiles aus dem gebogenen über den geraden in den entgegengesetzt gebogenen Zustand (Kurzzeichen: ~).

6. Seilabindung u. Seilverbindung

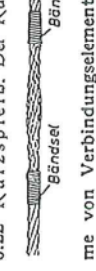
6.1 Seilabindung (Bändsel)<sup>1)</sup>



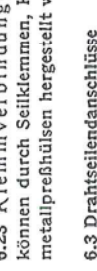
Mit Seilabindung oder Bändsel bezeichnet man die Sicherung eines Drahtseilendes gegen Aufspringen durch Abbinden mit Draht oder Litze (Bindendraht oder Bändselitze).

6.2 Drahtseilverbindungen<sup>2)</sup>

6.2.1 Langspleiß. Der Langspleiß ist eine Verbindung zweier Drahtseile ohne Zuhilfenahme von Verbindungselementen durch Ineinanderlegen entsprechender Litzen beider Seilenden, ohne daß eine merkliche Verdickung des Drahtseiles an der gespleißten Stelle eintritt.



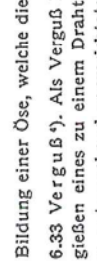
6.2.2 Kurzspleiß. Der Kurzspleiß ist eine Verbindung zweier Drahtseile ohne Zuhilfenahme von Verbindungselementen durch wechselseitiges Überkreuzen entsprechender Litzen beider Seilenden, die aber kürzer sind als beim Langspleiß. Es entsteht eine Verdickung der gespleißten Stelle.



6.2.3 Klemmverbindungen. Klemmverbindungen können durch Seilklemmen, Keile, Stahl- oder Leichtmetallpreßhülsen hergestellt werden.

6.3 Drahtseilendanschlüsse

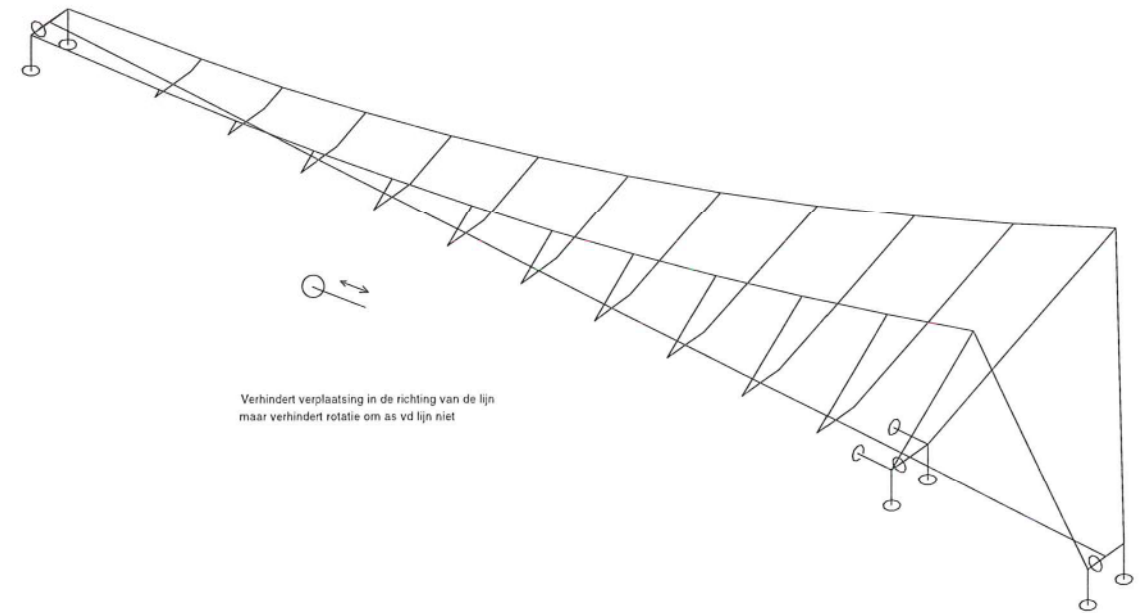
6.3.1 Augenspleiß. Ein Augenspleiß entsteht durch Zurückführen der Litzen eines Drahtseiles in das Drahtseil selbst zur Bildung einer Öse.



6.3.2 Kausenspleiß. Ein Kausenspleiß entsteht durch Zurückführen der Litzen eines Drahtseiles in das Drahtseil selbst zur Bildung einer Öse, welche die Kausche fest umfaßt.

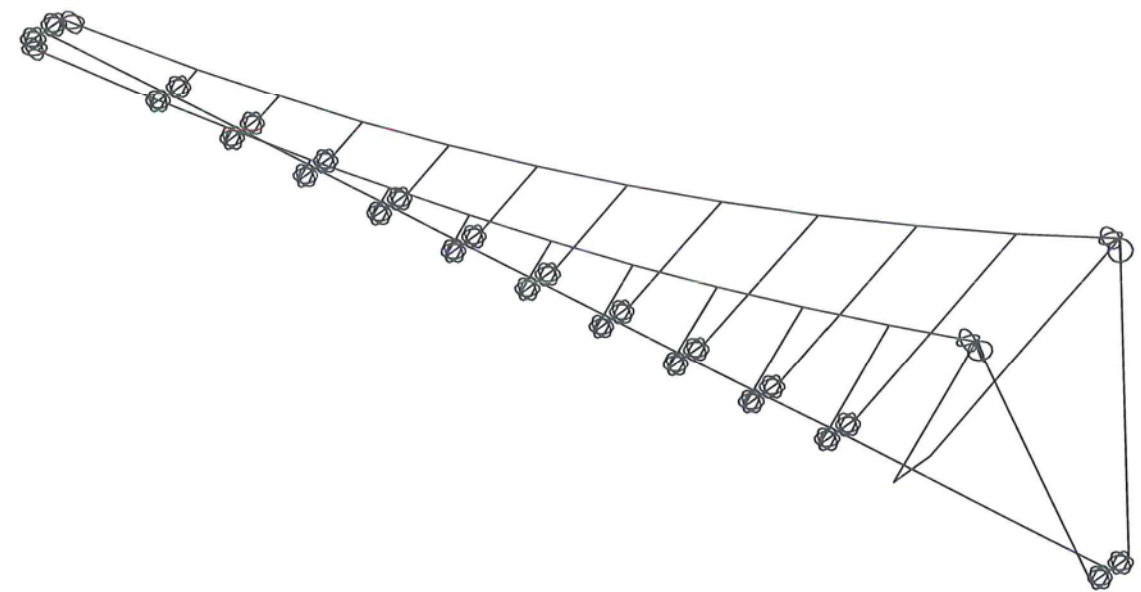
6.3.3 Verguß<sup>3)</sup>. Als Verguß bezeichnet man das Ausgießen eines zu einem Drahtseilbesen aufgeflochtenen u. entsprechend vorgerichteten Drahtseiles in eine kegeligen Vergußmuffe durch geeignete Metalle, Legierungen oder Vergußmassen.

<sup>1)</sup> Im Schiffbau werden auch Kreuzbändsel angewandt, vgl. DIN 83318.  
<sup>2)</sup> Für den Schiffbau gilt hierfür DIN 83315, (Entwurf für Drahtseile.  
<sup>3)</sup> Für den Schiffbau gilt hierfür DIN 83315, (Entwurf Januar 1959) Vergießen von Drahtseilen für den Schiffbau in Seilhülsen mit Vergußmassen.



Verhindert verplaatsing in de richting van de lijn  
maar verhindert rotatie om as vd lijn niet

Steunpunten

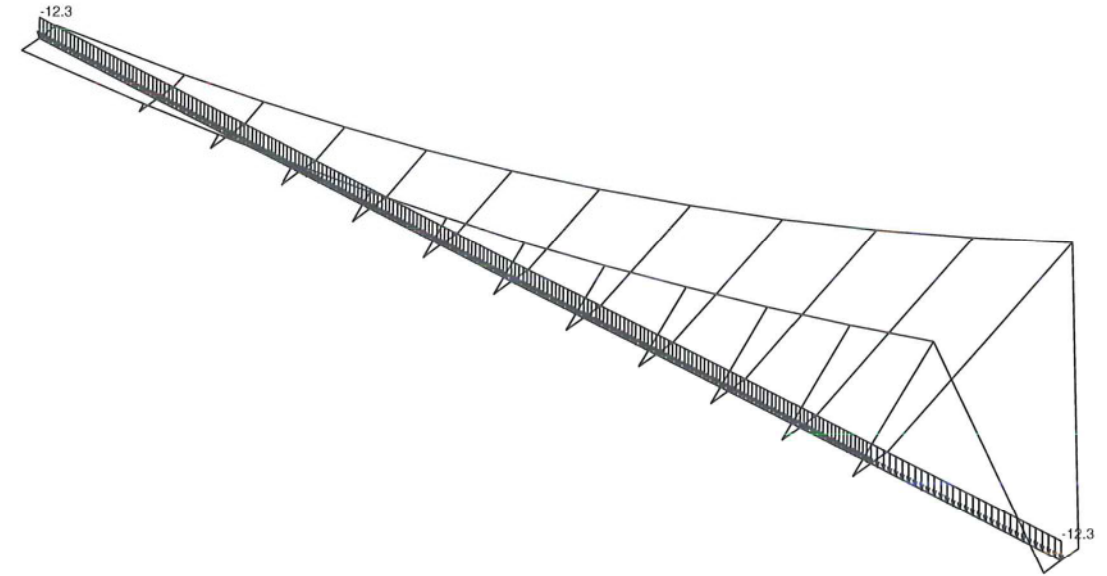


Scharnieren

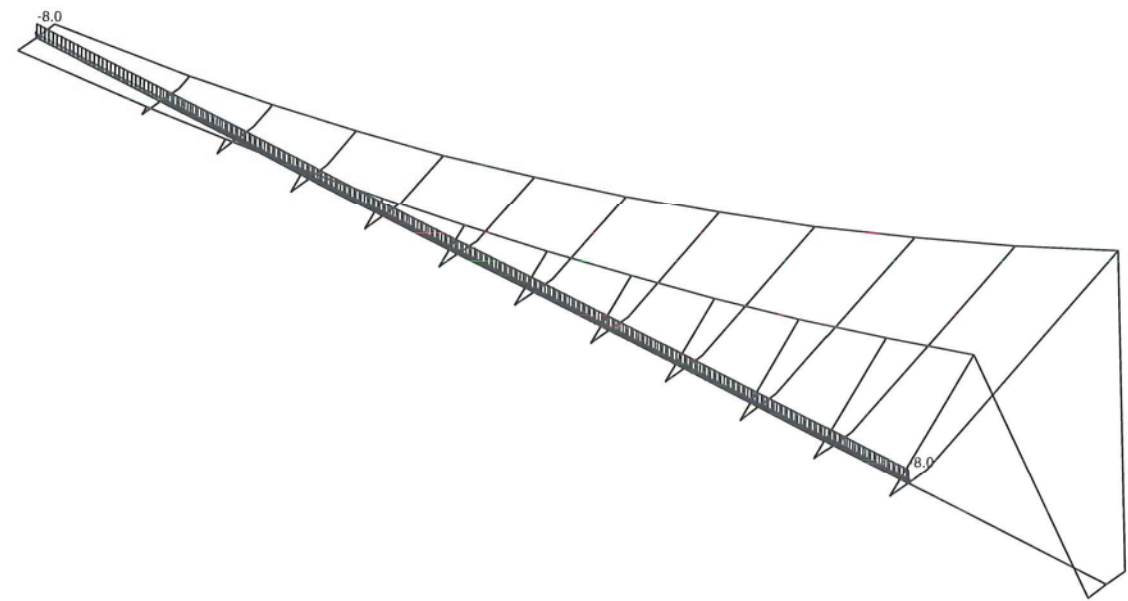
## 2. Belastingen

Windbelasting volgens NBN EN 1991-1-4:2005  
Gebruikslasten volgens NBN EN 1991-2:2004  
Temperatuurlasten volgens NBN B03-101

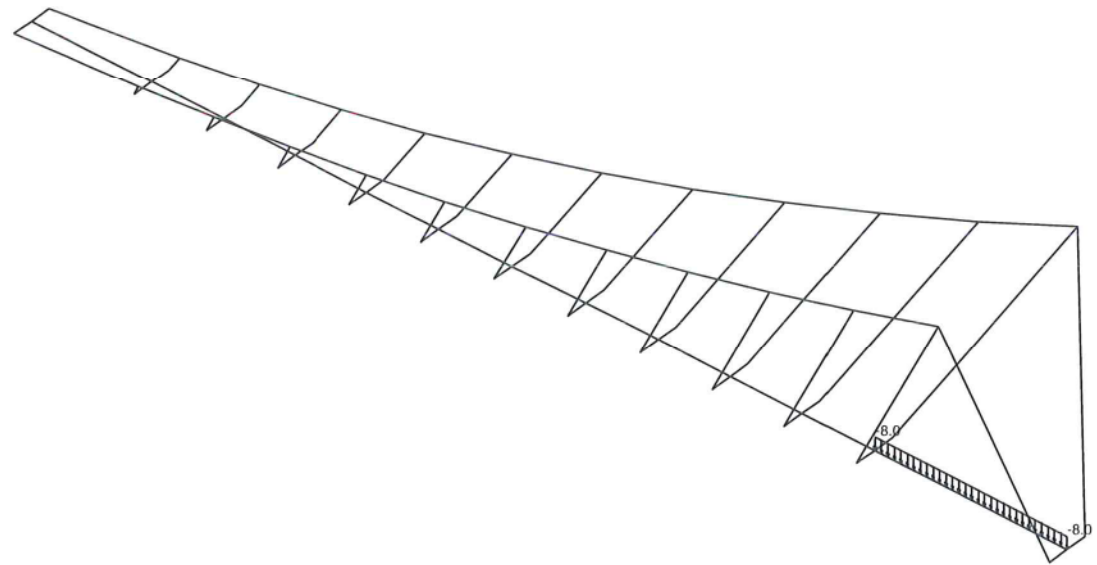
### 2.1. Belastingsoevallen



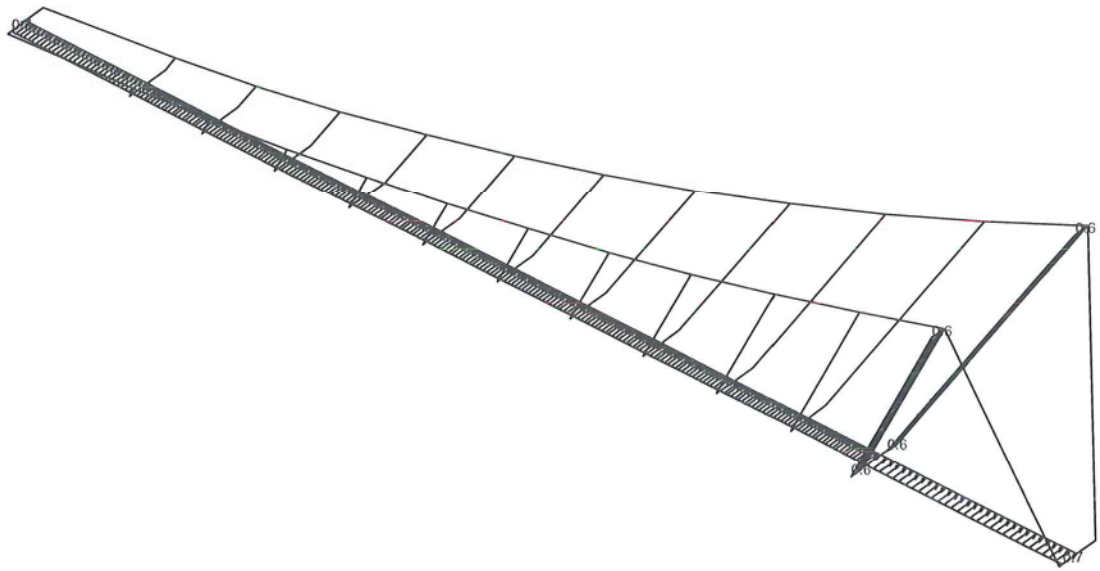
Vaste lasten



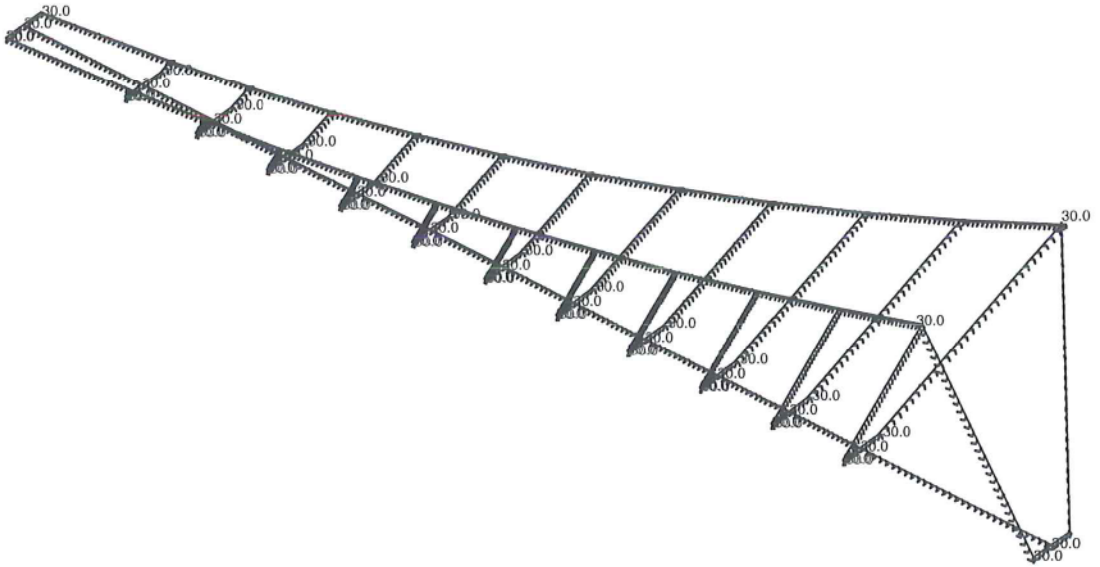
Gebruikslasten: linker overspanning



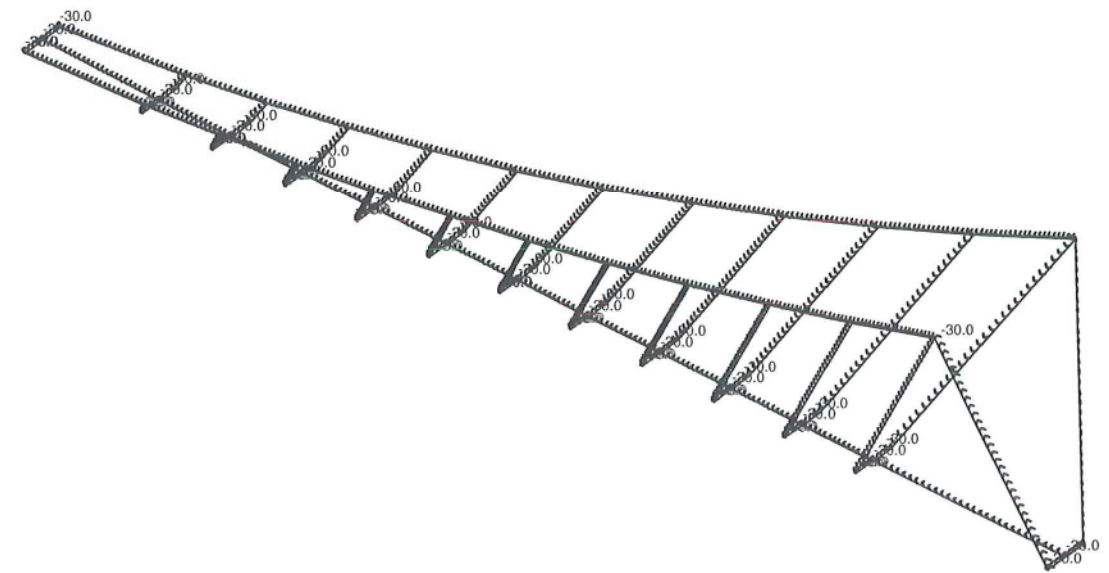
Gebruikslasten: rechter overspanning



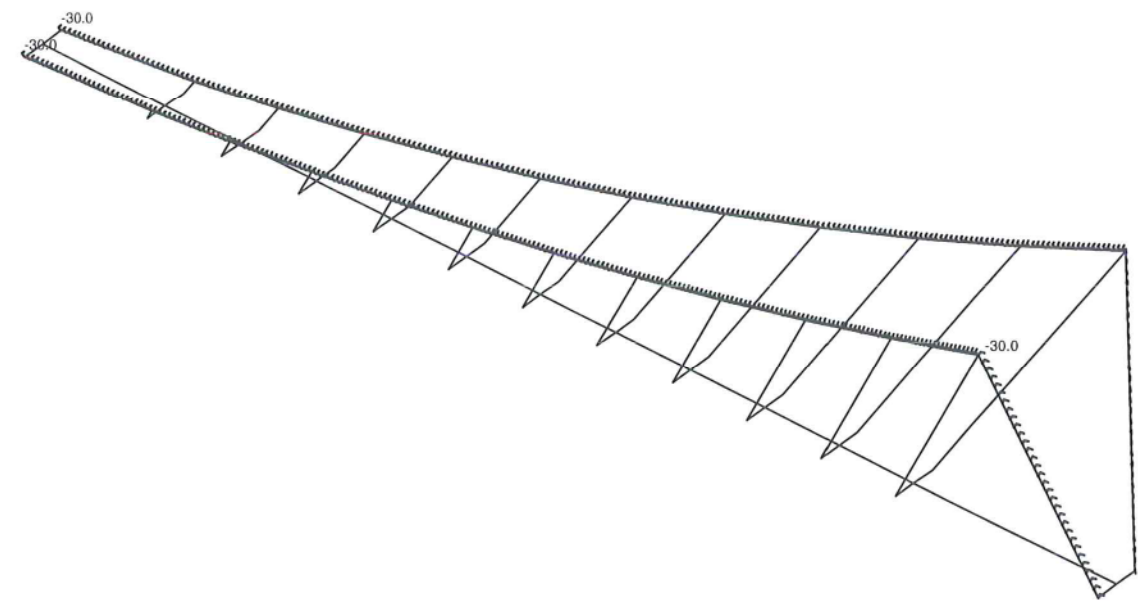
Windbelasting



Temperatuurstijging +30°

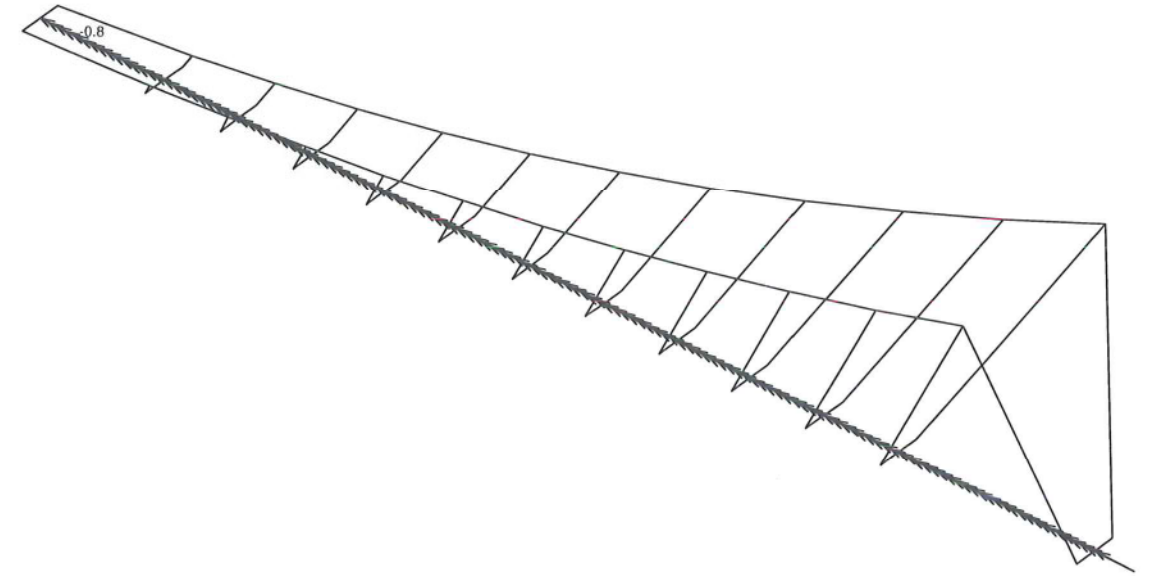


Temperatuursdaling -30°



Temperatuurverschil tussen bouwdeelen: draagkabel -30°





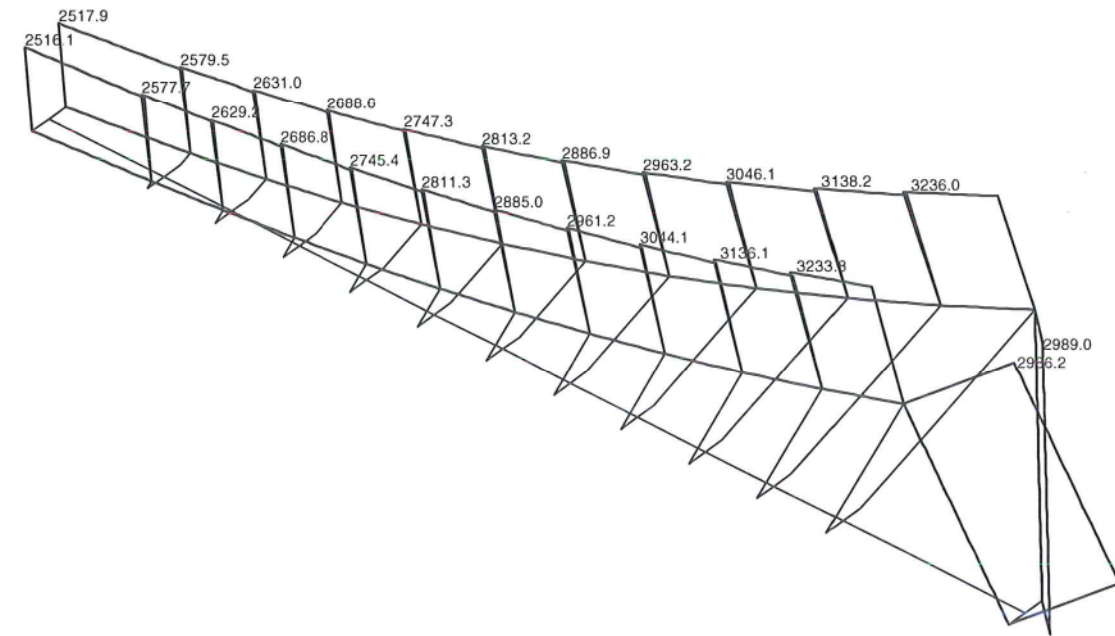
Gebruiksbelasting in langsrichting: 10% van verticale last

## 2.2. Belastingscombinaties

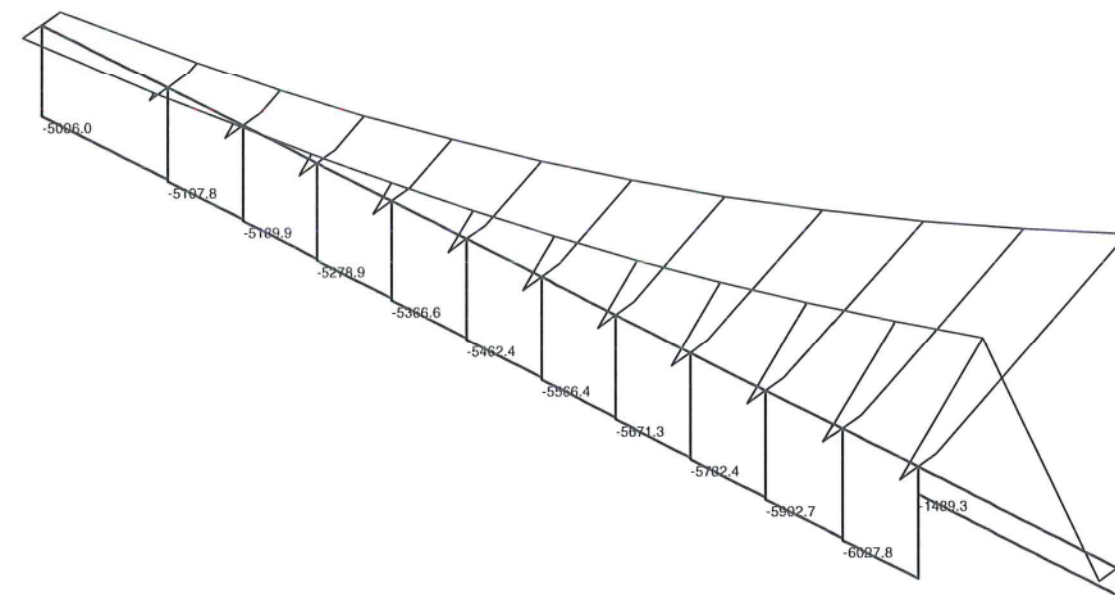
Belastingscombinaties volgens NBN EN 1990-ANB

### 3. Resultaten

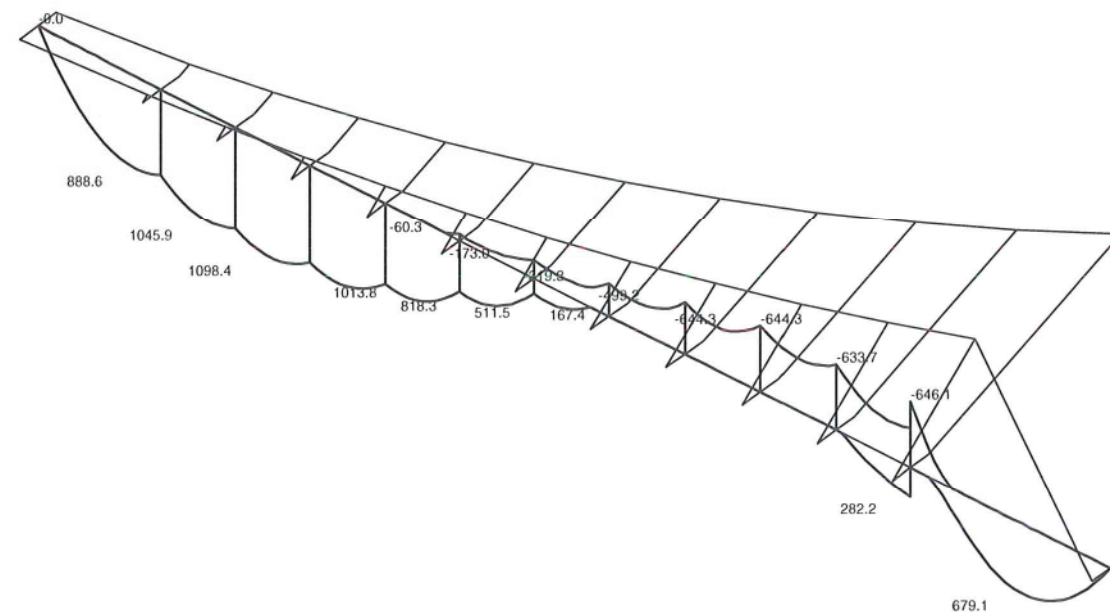
#### 3.1. Staafkrachten



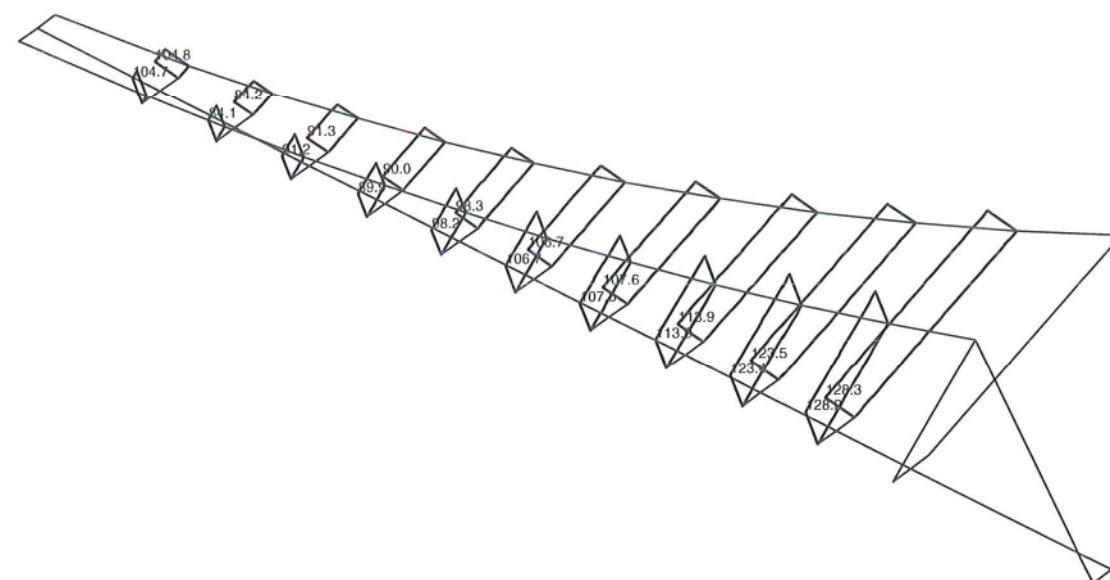
Normaalkrachten, in UGT voor hoofdtraagkabel



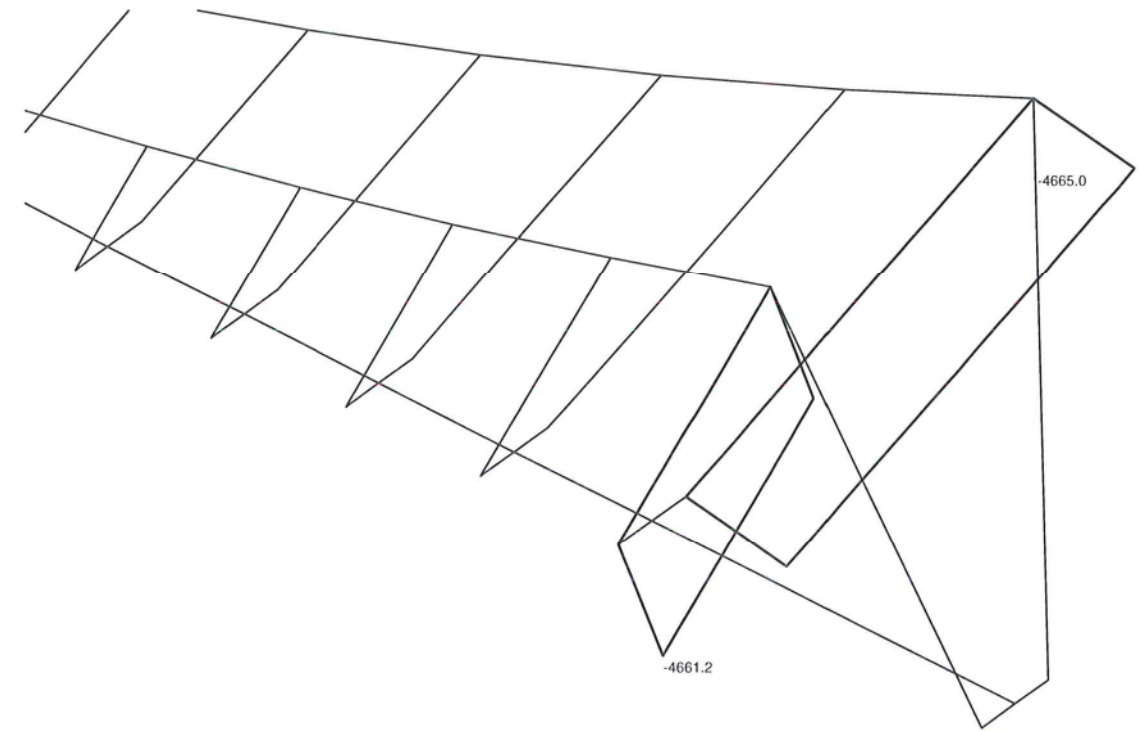
Normaalkrachten, in UGT, brugdek



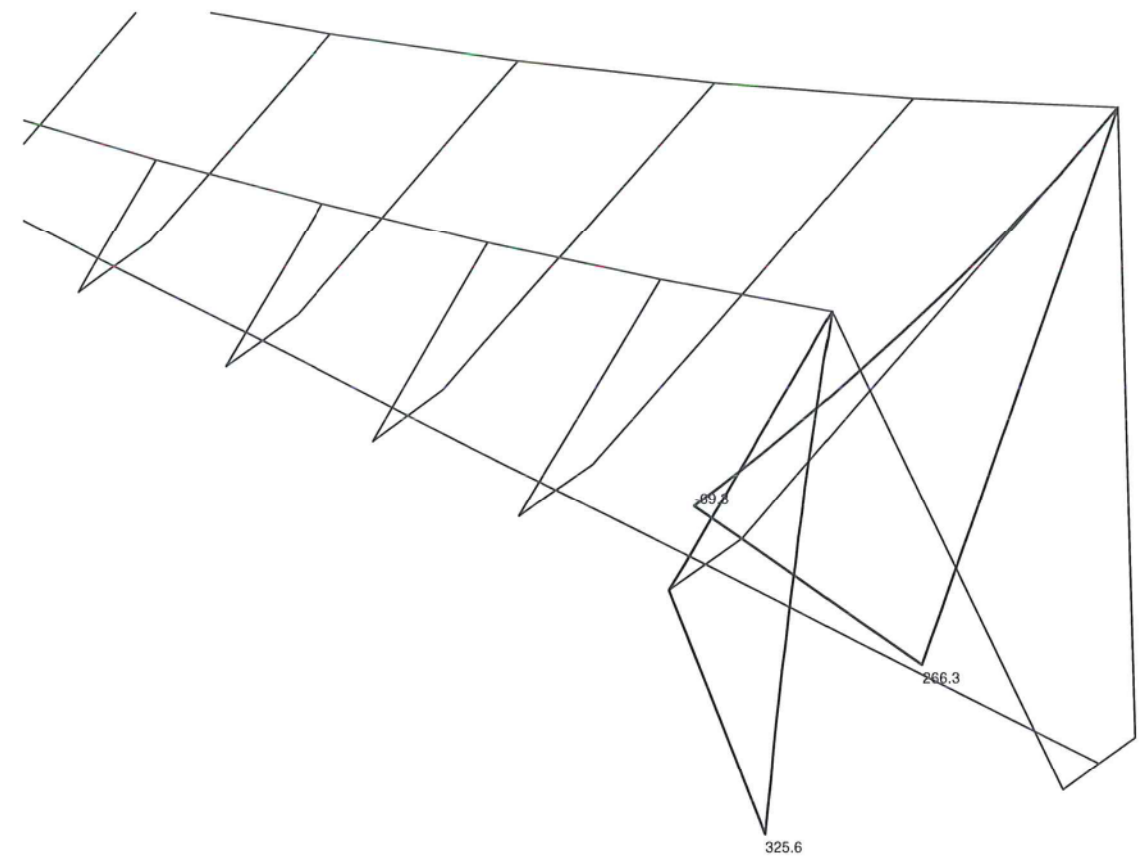
Buigende momenten, in UGT, brugdek



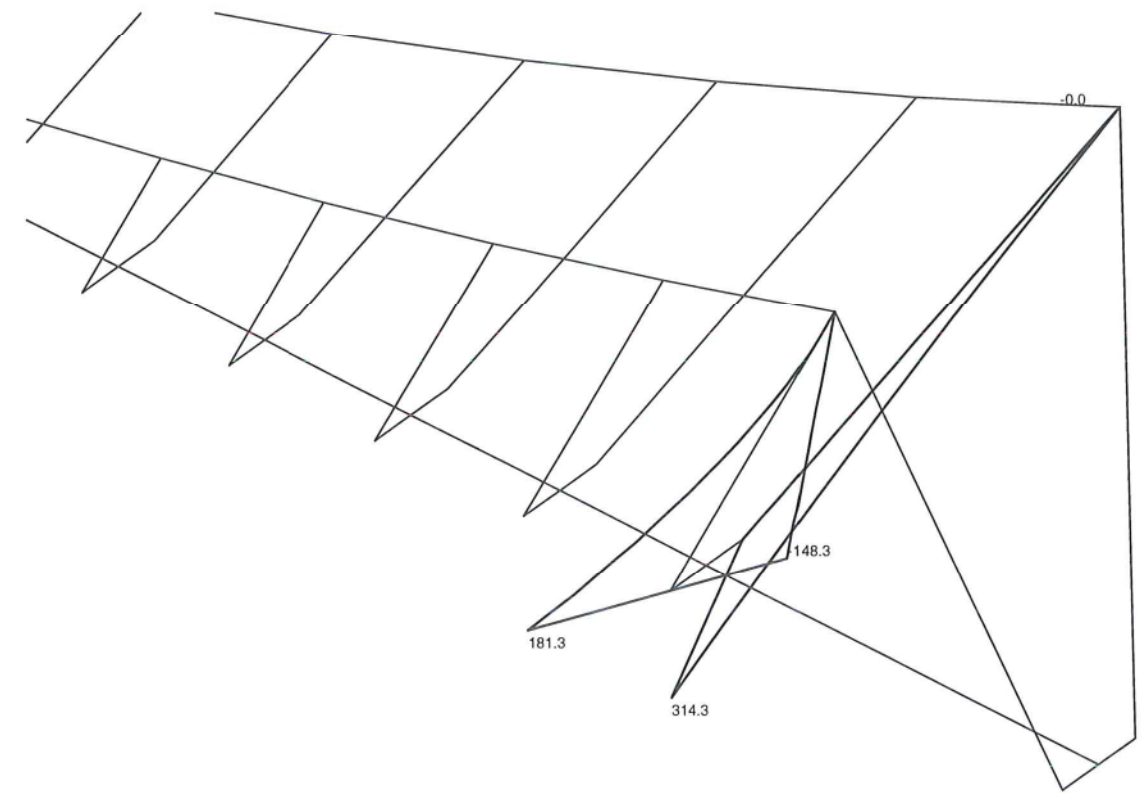
Normaalkrachten, in UGT, voor hangers



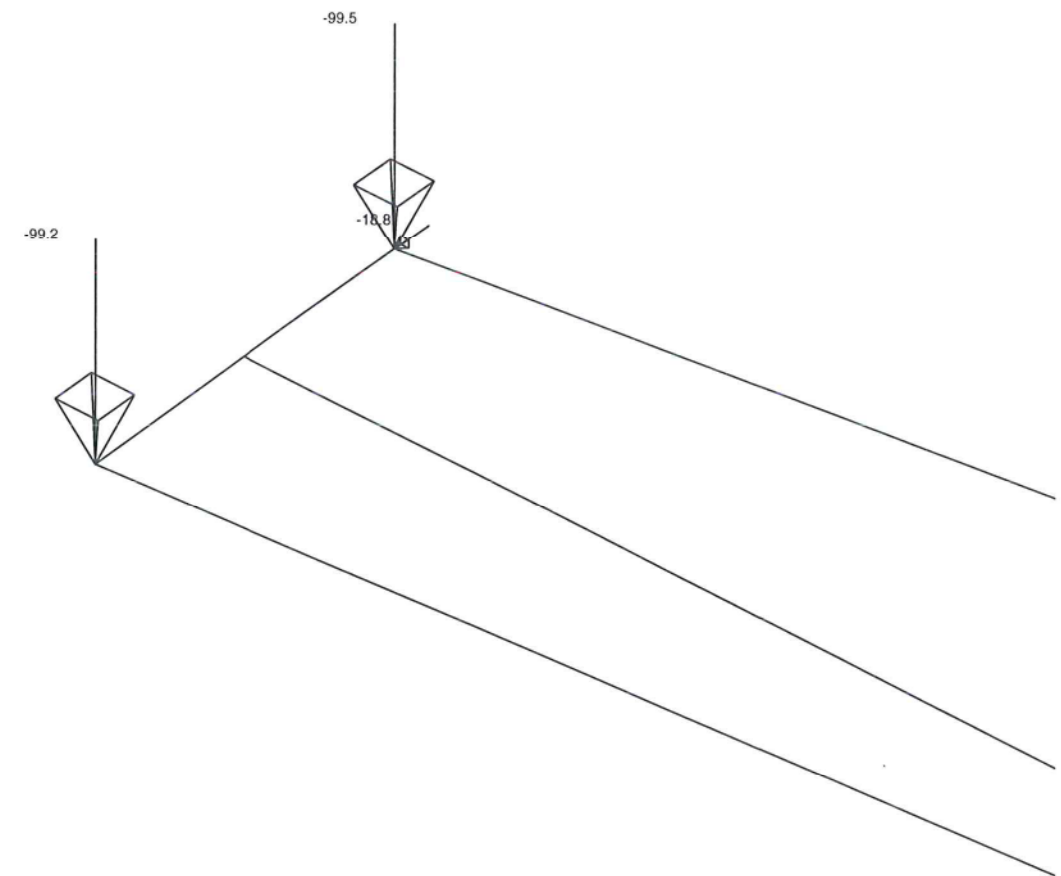
Normaalkrachten, in UGT, pyloon



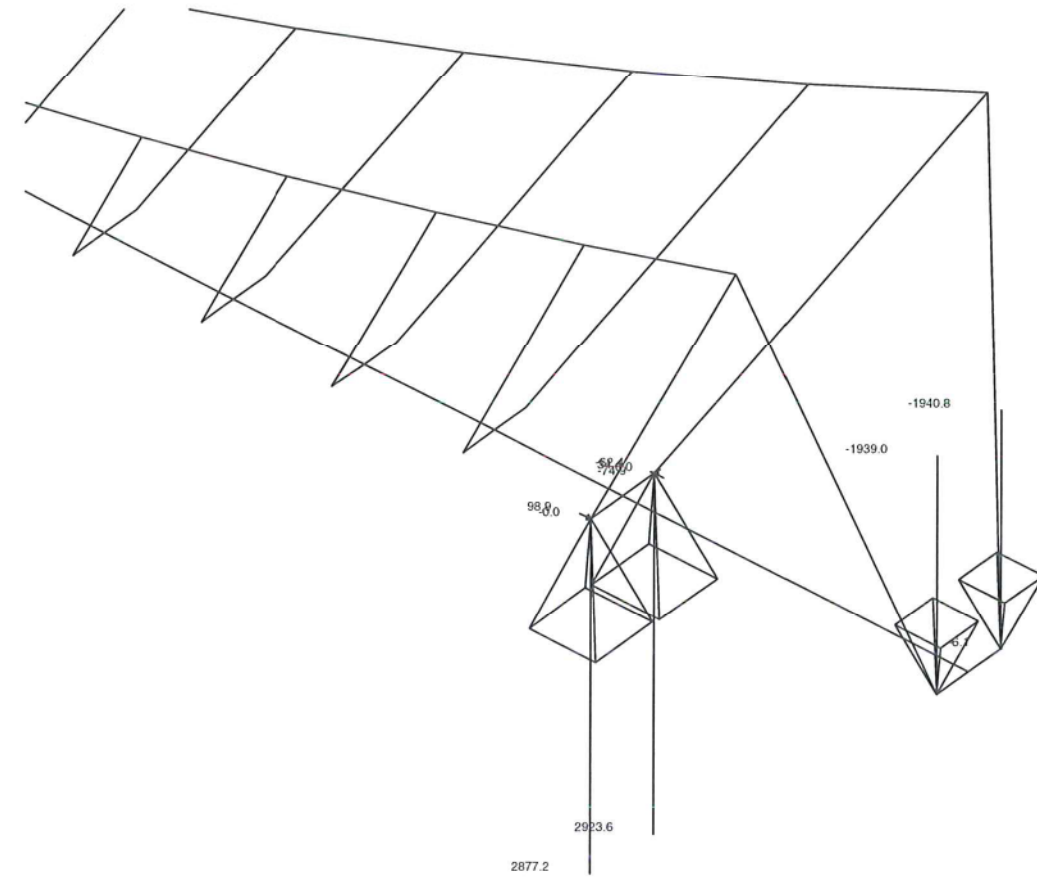
Buigende momenten,  $M_y$ , in pyloon, in UGT



Buigende momenten,  $M_z$ , in pyloon, in UGT

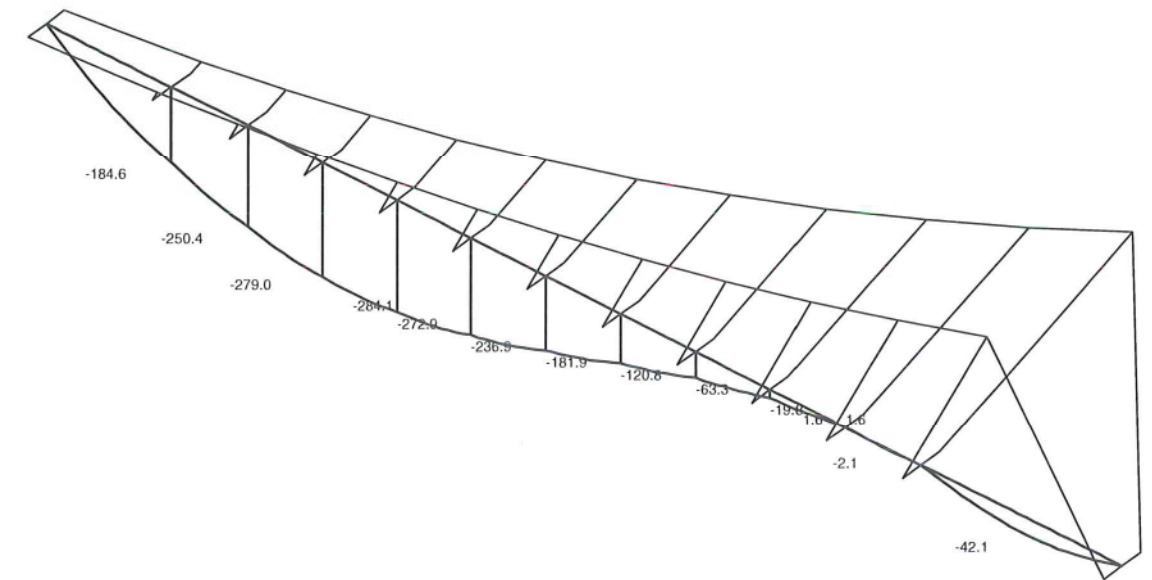


Reacties, tip, in GGT

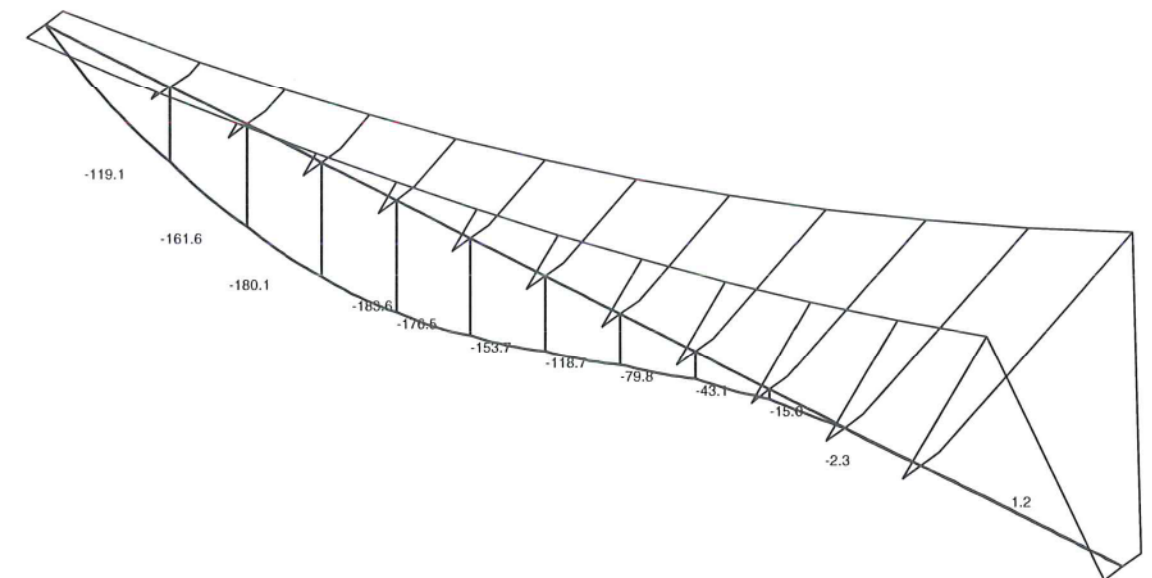


Reacties, tpv pyloon, in GGT

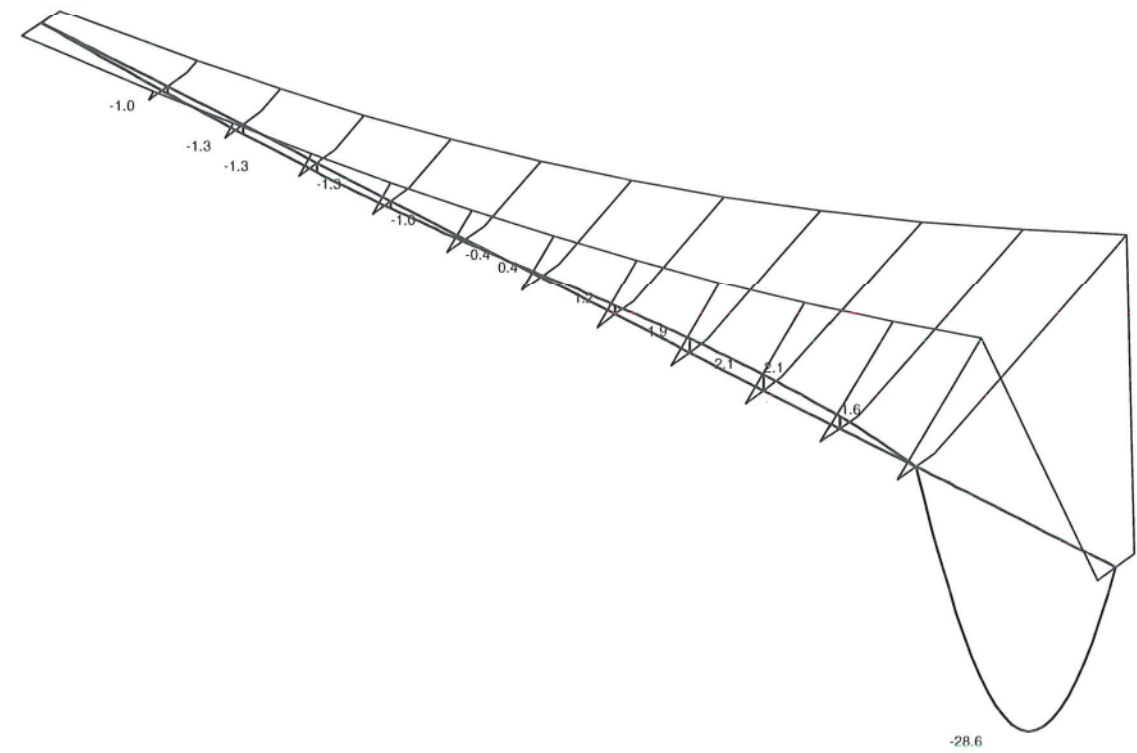
### 3.2. Vervormingen



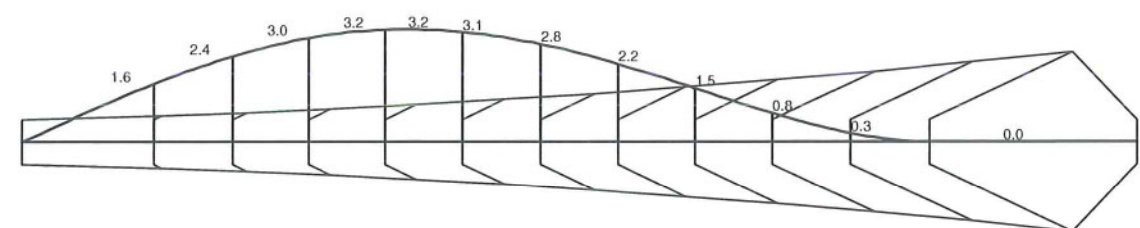
Vervormingen uz, van brugdek, onder het belastingsgeval eigengewicht



Vervormingen uz, van brugdek, onder het belastingsgeval "gebruiks-links"

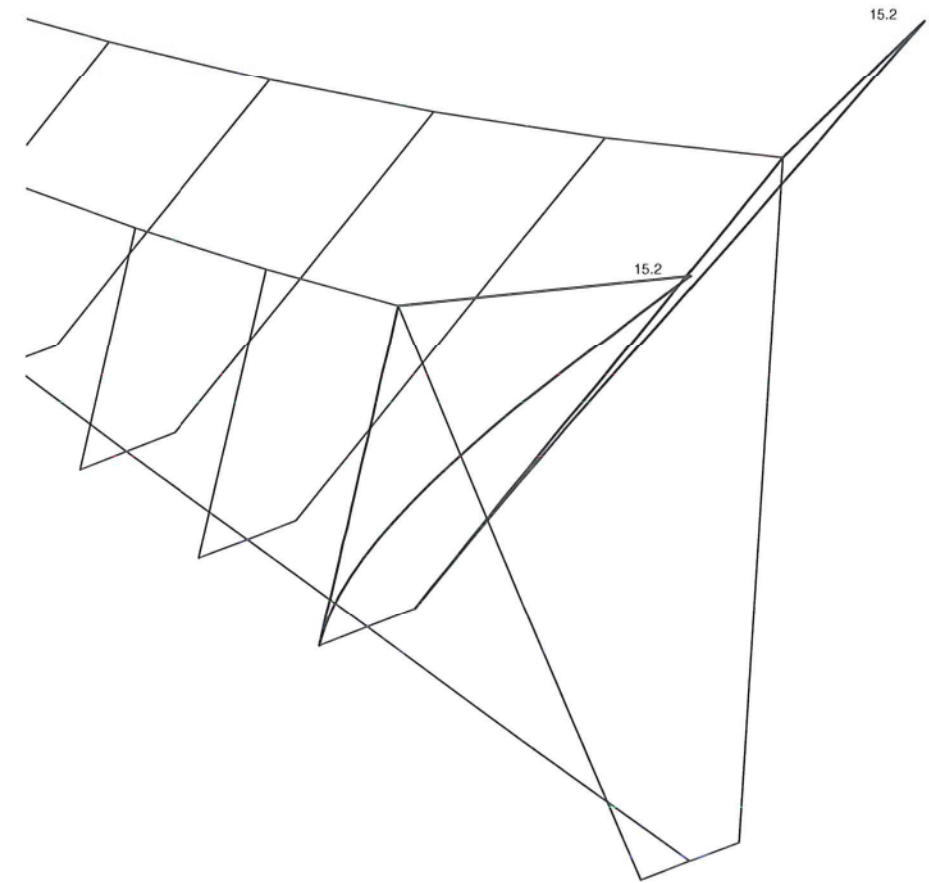


Vervormingen uz, van brugdek, onder het belastingsgeval "gebruiks-rechts"



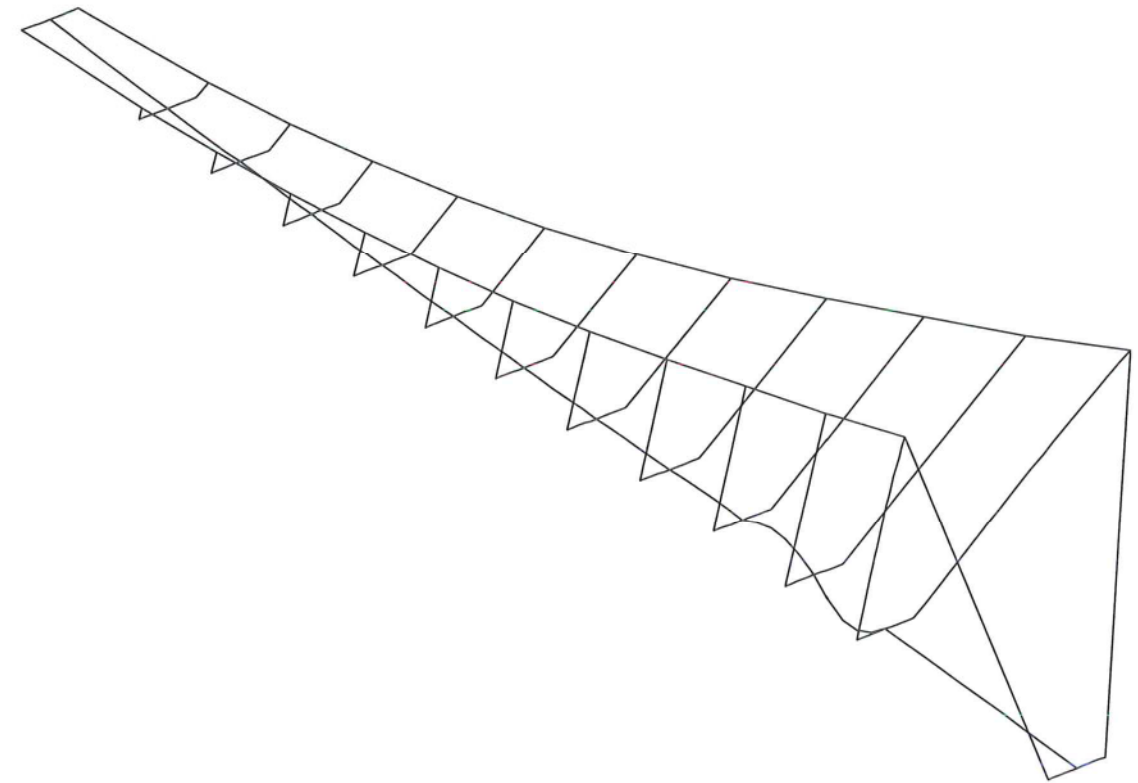
Vervormingen uy, van brugdek, onder windbelastingen



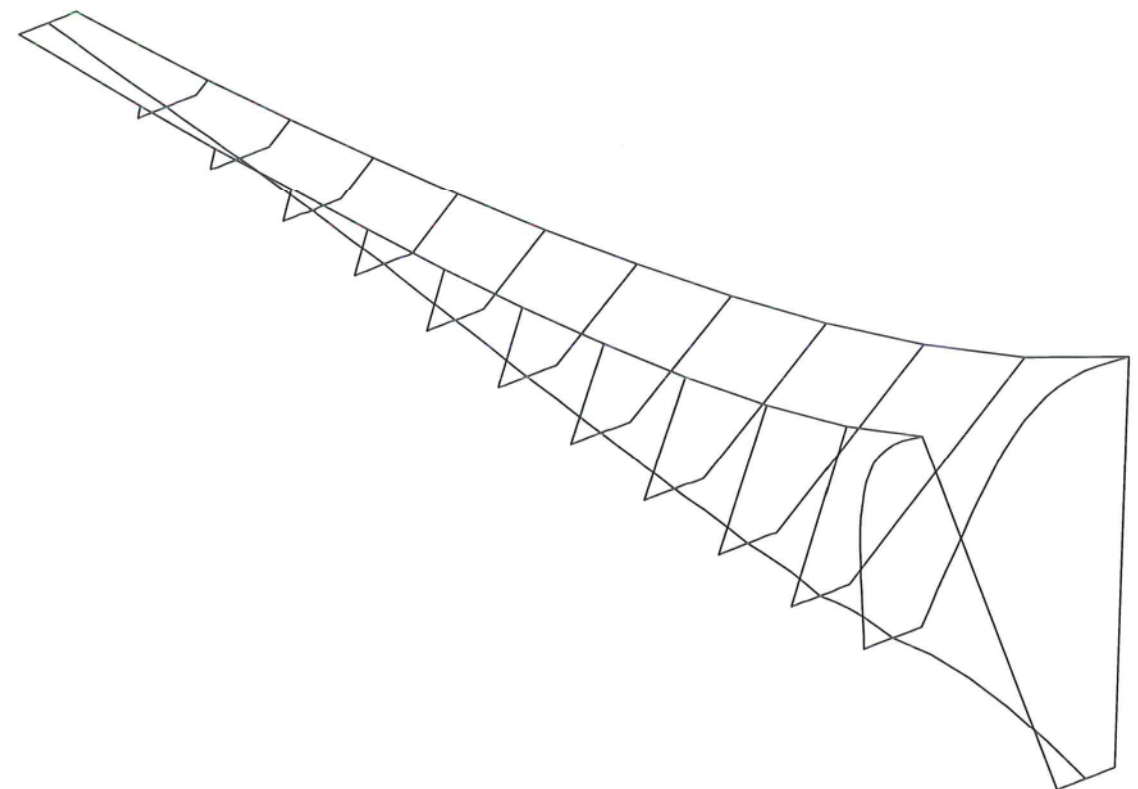


Vervormingen  $u_y$ , van pylonen, onder windlasten

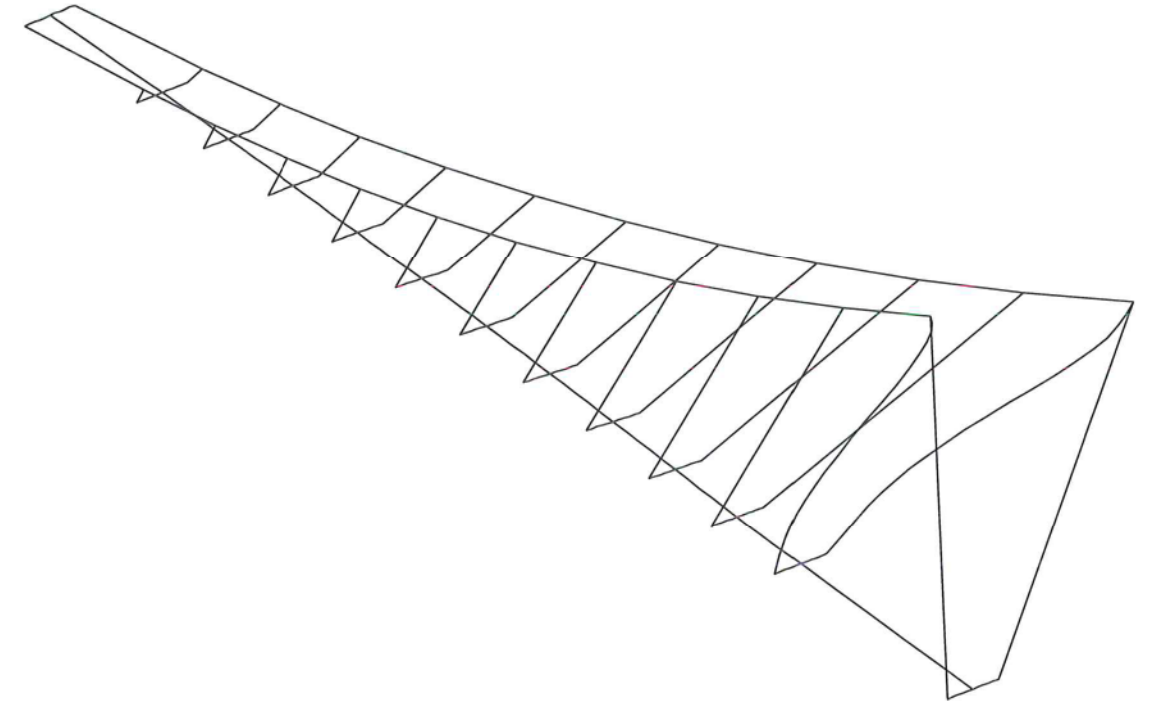
### 3.3. Stabiliteit



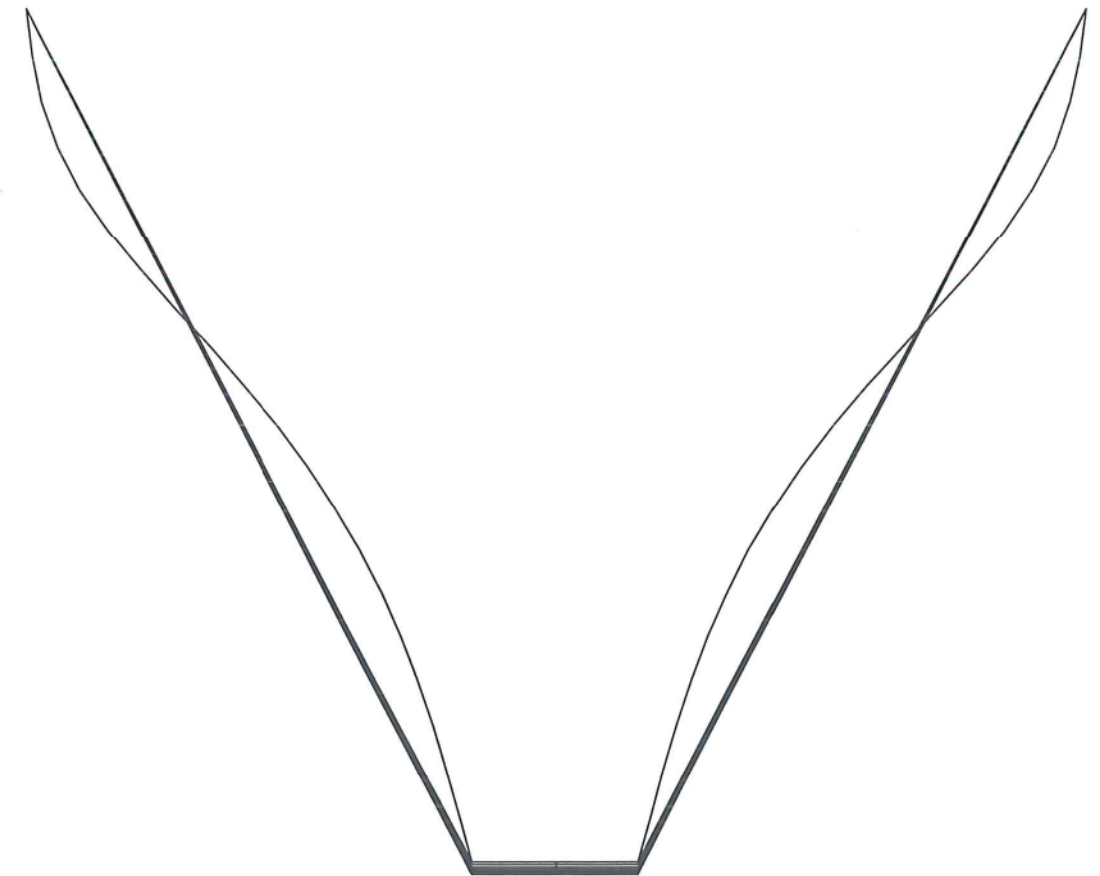
Eerste kritieke last: knik van het brugdek:  $\alpha$ -kritiek= 2.03



Tweede kritieke last: knik van de pylonen:  $\alpha$ -kritiek=3.1



Hogere eigenvorm



Hogere eigenvormen

## CONTROLE STABILITET BRUGDEK. (S355).

$$\alpha_{oc} = 2,02.$$

$$N_{sd} = 6028 \text{ kN.}$$

$$\text{knicklengde: } \frac{\pi^2 EI}{l_k^2} = \alpha_{oc} \cdot N_{sd}.$$

$$l_k = \pi \cdot \sqrt{\frac{EI}{\alpha_{oc} N_{sd}}}$$

$$= 20,5 \text{ m.}$$

$$\lambda = 20500 / 133 = 154.$$

$$\bar{\lambda} = \frac{154}{93,96} = 2 \Rightarrow \chi = 0,2.$$

$$\sigma_N = \frac{6028 \cdot 10^3}{1,395 \cdot 10^5 \cdot 0,2} = 216 \text{ MPa.}$$

$$\sigma_M = \frac{644 \cdot 10^6}{1,32 \cdot 10^7} = 48 \text{ MPa}$$

$$264 \text{ MPa} < 355.$$

## CONTROLE STABILITEIT PYLON. (S355).

$$\alpha_{oc} = 3,1 ; N_{sd} = 4665 \text{ kN.}$$

$$l_k = 32,6 \text{ m.}$$

$$\lambda = 113 \quad \bar{\lambda} = 1,34 \Rightarrow \chi = 0,37$$

$$\sigma_N = \frac{4665 \cdot 1000}{0,37 \cdot 8,96 \cdot 10^4} = 141 \text{ MPa.}$$

$$\sigma_M = \frac{\sqrt{(326)^2 + (314)^2} \cdot 10^6}{1,749 \cdot 10^7} = 26 \text{ MPa}$$

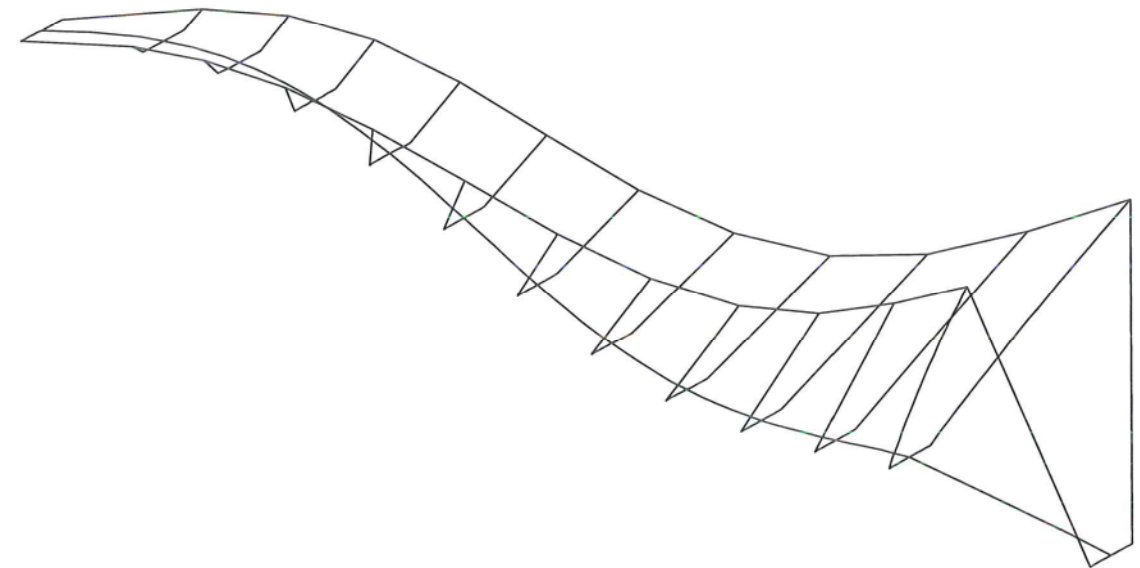
$$167 \text{ MPa} < 355.$$

### 3.4. Dynamica

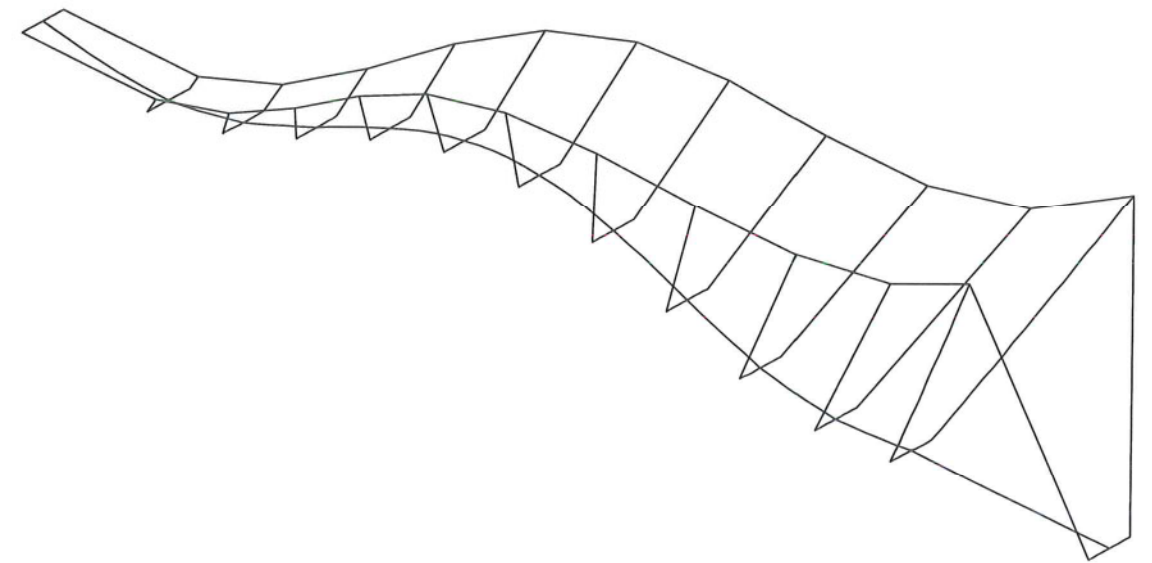
#### Verantwoording resultaten

Bij het schetsontwerp is al duidelijk dat deze brug gevoelig zal zijn voor trillingen veroorzaakt door voetgangers. Een aantal verkorte berekeningen tonen dat de eerste verticale eigenfrequentie aanzienlijk lager ligt dan de voor voetgangersbruggen als vuistregel geldende ondergrens van 4 Hz (ook de eerste horizontale eigenfrequentie ligt net onder de vuistregel van 2Hz). De reden voor deze gevoeligheid voor trillingen is typisch voor lichtgewicht stalen voetgangersbruggen met grote overspanningen.

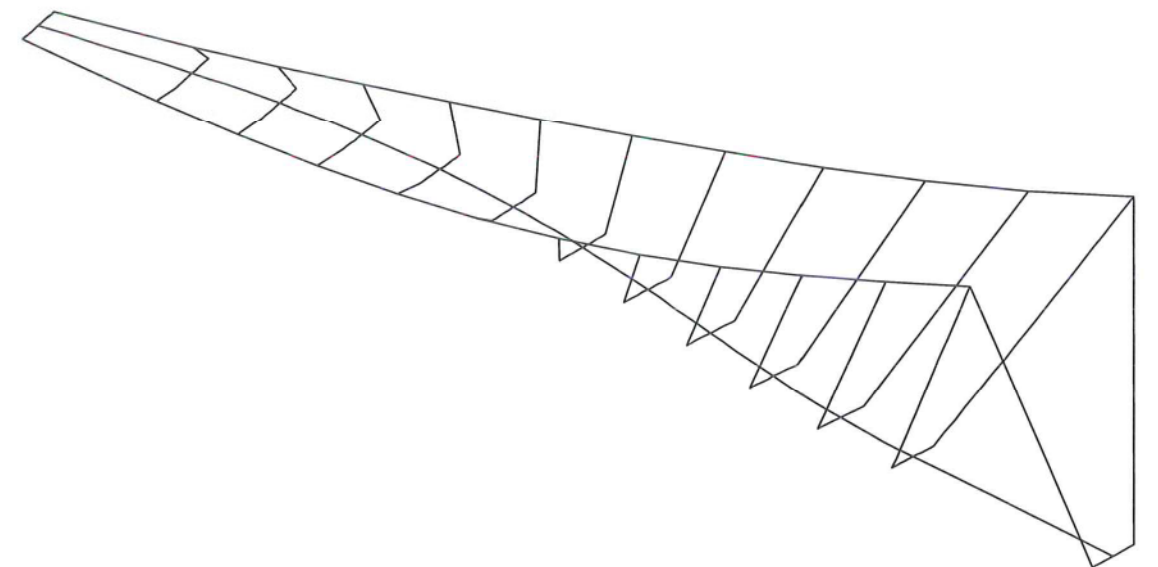
Daarom is in de budgetraming rekening gehouden met het aanbrengen van voorzieningen voor extra demping. Om te kunnen voorspellen of een bepaalde eigenfrequentie daadwerkelijk aanleiding geeft tot onacceptabele trillingen, zullen de feitelijk optredende versnellingen worden uitgerekend. De ernst van de trillingen worden getoetst aan de comfortcriteria uit de EN 1991-2. In elke dynamisch belaste constructie vindt echter demping plaats, die het nadelige effect van de tijdsafhankelijke belasting in gunstige zin compenseert en daarmee van grote invloed is op de werkelijke respons van het systeem. Het voorspellen van de inherente demping van de constructie is het meest precaire aspect van de modaalanalyse. Deze waarde is afhankelijk van een aantal lastig in te schatten karakteristieken zoals de inwendige wrijving van het materiaal en de speling in de verbindingen. Ervaring leert dat in de dynamica van bruggen theorie en praktijk uiteen kunnen lopen. Daarom is in de budgetraming een post opgenomen om de respons van de brug door te meten nadat de brug is gemonteerd en afgewerkt. Op basis van dit rapport wordt de beslissing genomen voor het al dan niet plaatsen van de aebudgeteerde dempers.



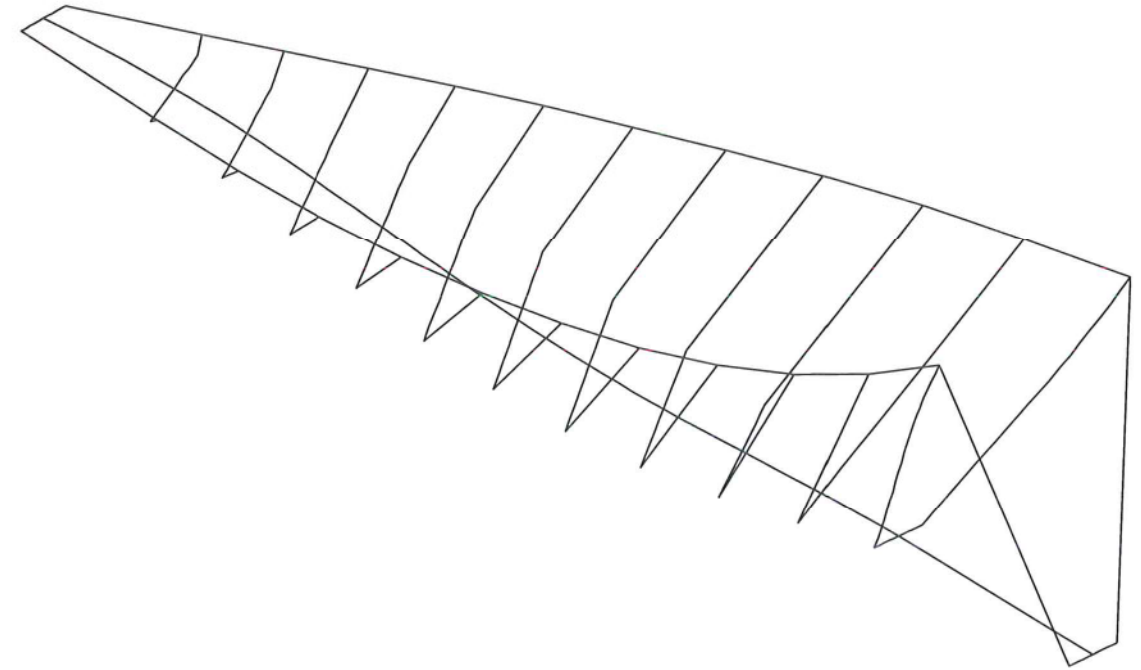
Verticaal: eerste eigenmode: frequentie: 0.52Hz



Verticaal: tweede eigenmode: frequentie: 0.76Hz



Horizontaal: eerste eigenmode: frequentie: 1.72Hz



Eerste torsie-eigenmode: frequentie: 5.25Hz

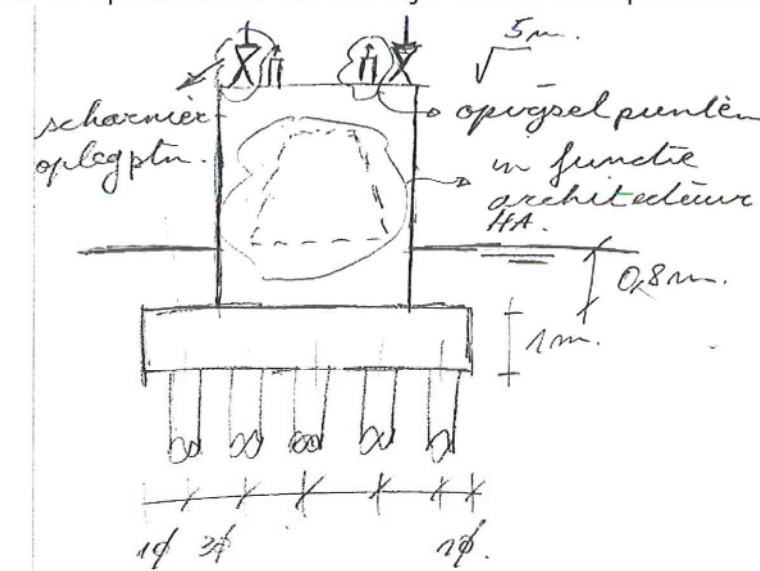
## Funderingsprincipes

### Tip: tpv het AMCA gebouw

De globale vorm van de brug zorgt voor een heel kleine reactie ter plaatse van het AMCA gebouw. Door de in trek staande hoofdkabel en de globale geometrie van de brug heeft de tip de neiging omhoog te wippen. Een neerwaartse reactie is nodig. Om het klapperen van de tip op zijn steunpunt te vermijden en het vervangen van de oplegpunten mogelijk te maken werd geopteerd te tip te ballasteren om met voldoende veiligheid ten allen tijde een minimale neerwaartse kracht te verkrijgen (een post in de raming is hiervoor opgenomen). Deze reacties zullen in verhouding tot de belasting van het AMCA gebouw dermate klein zijn dat deze makkelijk op te nemen zijn.

## Pylonen

De steunpunten van de pylonen worden door een dwarsdrager onder het brugdek aan elkaar gekoppeld. Dit heeft tot gevolg dat onder verticale lasten enkel verticale reacties nodig zijn. Onder de heersende randvoorwaarden lijkt een paalfundering de meest aangewezen oplossing. Een traditioneel systeem van paalmassief en pijler wordt vooropgesteld. 10 drukpalen (2 rijen van 5) met een draagcapaciteit van 65 ton elk worden voorzien. Het paalmassief meet 7 bij 3 meter. Principeschets fundering:



De pijler reikt van de bovenkant van dit paalmassief tot de onderkant van de oplegpunten. De vorm van de pijler kan besproken worden en is functie van de architectuur van het gebouw Hogeschool Antwerpen. Bovenop de pijler staan de oplegpunten voor de dwarsbalk onder de pylonen ingeplant. Er tussen wordt ruimte voorzien voor vjzelpunten voor eventuele vervanging van deze oplegpunten. Deze dwarsbalk is hierop ook berekend. Om in het oog springende beschermingsmaatregelen tegen aanrijdingen te vermijden werd de pijler gedimensioneerd op de bijkomende hiermee overeenstemmende belasting.



## Ankerpunten

Om horizontale longitudinale verplaatsingen van dit uiteinde van het brugdek toe te laten is het nodig een pendelstructuur onder het verankeringspunt van de hoofdkabel aan te brengen. Deze pendelstructuur wordt op zijn beurt verankerd in het betonmassief. Het gewicht van dit betonmassief is niet voldoende om de nodige trekkracht te leveren. Bijkomende trekpalen zijn nodig. In de raming is er als veilige benadering echter momenteel geen rekening gehouden met het gewicht van dit massief. 14 trekpalen met een capaciteit van 40 ton trek elk zijn voorzien. Het pendelmechanisme kan ingewerkt worden in een wandstructuur in het sokkelgebouw van de Hogeschool Antwerpen. Dit is opnieuw functie van de architectuur van dit gebouw.

