


**Studie naar varianten  
voor de pergola over de  
A4**

*141-920*

P 141 - 920

# Studie naar varianten voor de pergola over de A4

(2e) 141-920

<b>Datum</b>	5 juni 1997
<b>Ons kenmerk</b>	C-1K2-001-B
<b>Bestand</b>	PERGVAR.DOC
<b>Opstellers</b>	Ing. G.J.M. Koster / Ir B. Austin
<b>Status</b>	Definitief
<b>Fase</b>	OTB
<b>Gecontroleerd</b>	-
<b>Goedgekeurd</b>	-
<b>Geautoriseerd</b>	Ir. R. van Huet 

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Beschouwde varianten</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Resultaten</b>	<b>6</b>
	<b>4.1 Variant 1, boogbrug met enkele ligger</b>	<b>6</b>
	4.1.1 Ontwerp (bijlage 1)	6
	4.1.2 Beoordeling	6
	<b>4.2 Variant 2, boogbrug met dubbele boogligger</b>	<b>7</b>
	4.2.1 Ontwerp (bijlage 2)	7
	4.2.2 Beoordeling	7
	<b>4.3 Variant 3, twee boogbruggen evenwijdig aan de A4, pergola met tuien</b>	<b>7</b>
	4.3.1 Ontwerp (bijlage 3)	7
	4.3.2 Beoordeling	8
	<b>4.4 Variant 4, drie boogbruggen evenwijdig met de A4, pergola met tuien</b>	<b>8</b>
	4.4.1 Ontwerp (bijlage 4)	8
	<b>4.5 Variant 5, pergola met tuiconstructies</b>	<b>8</b>
	4.5.1 Ontwerp (bijlage 5)	8
	4.5.2 Beoordeling	8

# 1 Inleiding

Komende vanuit het zuiden door de boortunnel onder het groene hart stijgt de HSL, in het A1-tracé voor de HSL-Zuid, om de A4 bovenlangs te kruisen.

De HSL kruist hierbij in verband met de slechte bodemgesteldheid de Hoogmadesche polder op een lang viaduct. De kruising met de, nog naar het oosten te verdubbelen, A4 vindt in verband met een goede bundeling plaats onder een kleine hoek, 3 tot 8 graden, waardoor hier een zeer groot afwijkend kunstwerk benodigd is.

Uitgaande van de Inpassingsvisie is in de PKB3 gekozen voor een viaduct dat als een continue lint de polder kruist en niet te nadrukkelijk aanwezig is.

Dit heeft voor het viaduct geleid tot een relatief slanke doorgaande betonplaat met kolomafstanden van ca. 20 m.

Ter plaatse van de kruising met de A4 is dit viaduct doorgezet, echter de ondersteuning vindt plaats d.m.v. betonnen portalen die met een overspanning van 31 m de vierstrooks rijbaan (= halve A4) overspannen. Deze constructieve oplossing van de kruising is bekend als "Pergola". Voor de afstanden van de portalen is, na een variantenstudie, door de Discipline Inpassing gekozen voor 15 m. Deze geringe afstand is gekozen om de constructieafmetingen niet te dominant te doen worden.

In het overleg van 14 mei 1997 tussen de provincie Zuid-Holland en het PHZI is door de provincie verzocht om een variantenstudie voor de kruising met de A4, waarin ook toepassing van grotere overspanningen en meer verticaal gerichte elementen worden beschouwd, met als hoofddoel om de continuïteit van de HSL te waarborgen en de kruising met de A4 te benadrukken. Door het aantal kolommen te verminderen zou mogelijk de transparantie kunnen worden vergroot.

Dit rapport behandelt een aantal oplossingen om de A4 zodanig te kruisen dat aan genoemde uitgangspunten wordt voldaan. Er wordt geen uitspraak gedaan over de aspecten met betrekking tot inpassing. Alleen de mogelijkheden en een indicatie van de kosten worden aangegeven.

*Met nadruk wordt gesteld dat het onderzoek niet gedetailleerd is uitgevoerd, zodat de resultaten moeten worden gezien als indicaties om een indruk te krijgen van de mogelijkheden van het beschouwde ontwerp. Alle vermelde maten en getallen zijn globaal.*

## 2 Uitgangspunten

Als uitgangspunt voor de variantenstudie is uitgegaan van de MOSS-as14Q en de daarbij behorende kruisingshoek van de HSL met de A4. Voor het baanconcept is de oplossing van de PKB-3 gehandhaafd met spoor in ballast en gebogen bovenleidingsportalen.

Voor de ontwerpen is uitgegaan van oplossingen in beton zowel als in staal. De reden hiervoor is een indruk te krijgen van de mogelijkheden van beide materialen en niet om al een definitieve keuze te maken. Hierbij moet worden bedacht dat het prijsverschil tussen een beton en een staalconstructie zelden meer bedraagt dan 20 %, hetgeen voor deze studie nog niet relevant is. Uiteraard zullen in een later stadium nauwkeuriger berekeningen moeten worden gemaakt.

### 3 Beschouwde varianten

In de studie zijn de volgende varianten voor de kruising van de HSL met de A4 beschouwd (bijlage 1 t/m 5):

- 1 Twee boogbruggen met een enkele boogligger en een daaraan opgehangen torsiestijve kokerligger overspannen de oostelijke en westelijke rijbaan. De overspanningsrichting volgt de HSL, de bogen zijn in plattegrond gekromd of recht.
- 2 Eén boogbrug met een dubbele boogligger met daartussen een laaggelegen rijvloer overspant zowel de oostelijke als de westelijke rijbaan.  
De overspanningsrichting volgt de HSL maar de bogen zijn in plattegrond recht. Aan de beide einden van de brug blijft een deel van de pergola gehandhaafd.
- 3 Een tweetal boogbruggen met de overspanning evenwijdig aan de A4. Het laaggelegen rijdek tussen de aan beide zijden van een rijbaan geplaatste boogliggers overspant in de breedterichting de halve A4.  
Aan de einden van de boogbruggen wordt een deel van de pergola-oplossing gehandhaafd en uitgevoerd met tuiconstructies.
- 4 Als 3, maar met een drietal boogbruggen met kleinere overspanning.
- 5 De PKB-3 oplossing van de pergolaconstructie blijft in hoofdlijnen gehandhaafd. Met tuiconstructies worden de opleggingen van een aantal balken aan de minst belaste zijde geconcentreerd op één punt zodat het aantal kolommen verminderd.

In de studie zijn geen oplossingen met grootschalige tuibruggen betrokken. De reden hiervoor is dat bij eerder onderzoek op het PHZI is gebleken dat de stijfheid van tuibruggen voor spoorverkeer onvoldoende is.

## 4 Resultaten

### 4.1 Variant 1, boogbrug met enkele ligger

#### 4.1.1 Ontwerp (bijlage 1)

Door de variabele kruisingshoek bestaat er een groot verschil tussen de benodigde overspanning van de oostelijke rijbaan en de westelijke rijbaan. Afhankelijk van de afmetingen van de pijlers bedraagt de overspanning respectievelijk ca. 260 en 500 m.

Voor het plaatsen van de grote pijlers in de middenberm moet de oostelijke rijbaan van de A4 ca. 10 m naar het oosten worden verschoven.

Voor de plattegrond van de brug kan worden gekozen tussen:

- a) een brug met een gebogen ( $R = 4500$  m) hoofdligger en een concentrisch meelopend brugdek
- b) een brug met een rechte boog en een gebogen brugdek.

#### Variant a)

Voor een overspanning van 500 m is met een betonconstructie bij een geschatte boogbreedte van 7 m een kokervormig rijdek van ca.  $26 \times 3$  m nodig. De spoorafstand moet worden vergroot van 4.5 naar 13 m.

De belangrijkste te verwachten problemen zijn de uitvoering van de ruimtelijk gekromde boog, het onderbrengen van de rechte trekband in het gekromde brugdek en de fundering van de grote oplegkrachten (ca. 425000 kN rep. per oplegpunt excl. fundering)

Deze variant wordt als niet realistisch beschouwd.

#### Variant b)

Voor een overspanning van 500 m is met een betonconstructie bij een geschatte boogbreedte van 7 m een kokervormig rijdek nodig van ca.  $33 \times 5$  m nodig. De spoorafstand moet worden vergroot van 4.5 naar 20 m.

De boog kan traditioneel worden uitgevoerd, b.v. met een klimkist. De trekband kan nu *boven* het rijdek worden uitgevoerd zodat het rijdek uniform kan blijven.

De oplegkracht is met ca. 500000 kN per oplegpunt nog groter dan bij variant a). De problemen die zijn te verwachten bij het realiseren van de fundering kunnen een ontwerp in staal noodzakelijk maken.

#### 4.1.2 Beoordeling

In beide uitvoeringen vergt deze variant een aanzienlijke aanpassing van zowel het HSL tracé als het A4 tracé. De benodigde overspanning van maximum 500 m is extreem groot.

De variant met de in plattegrond gekromde boog moet als niet realistisch worden beschouwd.

De variant met de in plattegrond rechte boog is *wellicht* maakbaar, maar de kosten zijn ruw geschat 3,5 à 4 keer de kosten voor de pergolaoplossing.

## 4.2 Variant 2, boogbrug met dubbele boogligger

### 4.2.1 Ontwerp (bijlage 2)

Deze oplossing geeft aanleiding tot een brug met een overspanning ca. 300 m met een afstand tussen de hoofdliggers van ca. 34 m. Aan beide einden moet dan nog een stuk van 120 à 150 m als pergola worden uitgevoerd. Het spoor ligt excentrisch op de brug tegen de westelijke hoofdligger.

Het ontwerp van de brug in staal geeft een relatief transparante constructie en de te funderen oplegkrachten bedragen slechts 30 à 40 % van die van een betonnen variant. Met het oog hierop verdient een oplossing in staal de voorkeur.

Voor het plaatsen van de oplegpunten in de middenberm zal de oostelijke rijbaan van de A4 ca. 4 m naar het oosten moeten worden verschoven.

Een belangrijk nadeel van deze variant is de onmogelijkheid om gefaseerd eerst over de oostelijke en dan over de westelijke rijbaan te bouwen.

Dit houdt in dat voor een realistische uitvoeringsmethode de A4 tijdelijk moet worden omgelegd.

### 4.2.2 Beoordeling

De vereiste overspanning van 300 m met de bijbehorende breedte van 34 m is zeer groot maar wel uitvoerbaar. De voor de uitvoering vereiste omlegging van de A4 is vanwege de slechte grondgesteldheid kostbaar en vraagt een aanzienlijk tijdelijk ruimtebeslag.

De bouwkosten voor de brug, exclusief omleiding A4, zijn een factor 3 à 4 hoger dan de oplossing met een pergola gerekend over dezelfde lengte.

Het tracé van de A4 moet iets worden aangepast.

## 4.3 Variant 3, twee boogbruggen evenwijdig aan de A4, pergola met tuien

### 4.3.1 Ontwerp (bijlage 3)

Voor het kruisen van de oostelijke rijbaan is een brug met een overspanning van ca. 105 m nodig met een afstand van ca. 34 m tussen de hoofdliggers. Voor de kruising van de westelijke rijbaan is dit respectievelijk 225 en 34 m.

De resterende delen van de A4 worden overspannen met een pergolaconstructie, waarbij het lichtst belaste balkeinde wordt gesteund door een een pyloon-met-tui constructie. Het zwaarst belaste balkeinde blijft gefundeerd op kolommen.

Voor de boogbruggen komen zowel beton- als staalconstructies in aanmerking. De constructiehoogte van de rijvloer wordt bepaald door de overspanning in breedterichting en bedraagt ca. 3 m excl. ballastbed.

Bij de op de bijlage geschetste boogvorm is een trekband in de fundering noodzakelijk.

Voor het plaatsen van de steunpunten in de middenberm zal de oostelijke rijbaan van de A4 ca. 4 m naar het oosten moeten worden verschoven.

Deze variant kan eenvoudig gefaseerd worden gebouwd over achtereenvolgens de oostelijke en westelijke rijbaan van de A4.

Bij de getuide delen van de pergola moet in het vlak van de tuiconstructie een randbalk worden aangebracht, afgesteund op de pyloon, om de tui- en remkrachten op te nemen.



#### 4.3.2 Beoordeling

Door de mogelijkheid van de gefaseerde uitvoering zijn de overspanningen van maximum 225 m goed te realiseren met beton- zowel als met staalconstructies.

Het tracé van de A4 moet iets worden aangepast voor het plaatsen van de pijlers in de middenberm.

De kosten voor de boogbruggen bedragen ca. het dubbele van die voor de pergolaconstructie, de tuiconstructies verhogen de prijs van de pergolaconstructie in de betreffende vakken met ca. 40 %.

#### 4.4 Variant 4, drie boogbruggen evenwijdig met de A4, pergola met tuien

##### 4.4.1 Ontwerp (bijlage 4)

Deze oplossing is vrijwel gelijk aan die van variant 3, alleen is de overspanning van 225 m uit variant 3 gesplitst in 105 en 120 m, zodat de drie overspanningen vrijwel gelijk zijn, twee keer 105 en een keer 120 m.

Door het beperken van de overspanning is deze oplossing iets goedkoper dan variant 3. Verder zijn alle opmerkingen gelijk aan variant 3.

#### 4.5 Variant 5, pergola met tuiconstructies

##### 4.5.1 Ontwerp (bijlage 5)

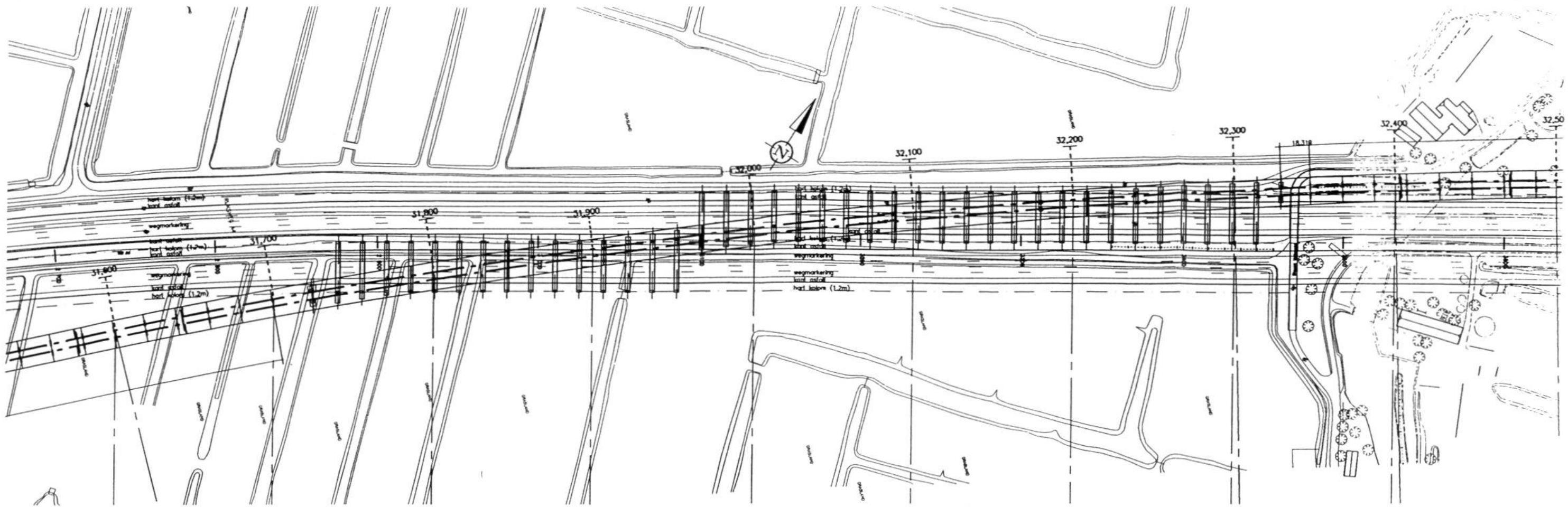
Bij dit ontwerp is de pergola-oplossing uit de PKB3 gehandhaafd en zijn alleen aan het begin en het einde van de kruising met een rijbaan de kolommen door tuiconstructies vervangen. Zoals al bij variant 3 beschreven worden alleen de lichtst belaste balkeinden door een tuiconstructie ondersteund. In plaats van de kolommen is nu op rijdekhogte een koppelbalk nodig van ruim twee meter hoog om de horizontale component van de tuikrachten naar de pyloon af te voeren. Voor het plaatsen van de pyloon moet de middenberm worden verbreed met ca. 4 m en de oostelijke rijbaan evenveel naar het oosten worden verplaatst.

*De op bijlage 5 geschetste oplossing is gevoelig voor vervormingen door temperatuursverschillen, de toelaatbaarheid hiervan voor de HSL moet nog nader worden onderzocht. Dit geldt ook voor het dynamisch gedrag van de tuiconstructie.*

##### 4.5.2 Beoordeling

Voor normale statische belastingen is de tuiconstructie goed uitvoerbaar. Nader onderzoek moet nog worden verricht naar het dynamisch gedrag en de gevoeligheid voor temperatuursvervormingen.

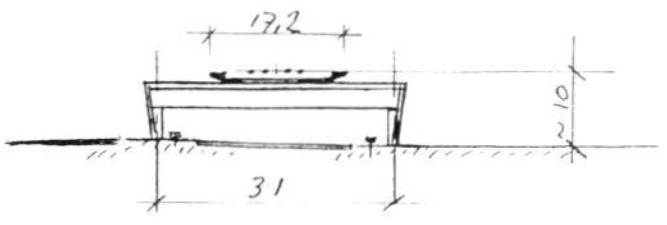
Zoals bij variant 3 vermeld verhogen de tuiconstructies de prijs van de betreffende vakken van de pergola met ca. 40 %.



→ A      → B



DRSM A      1:1000



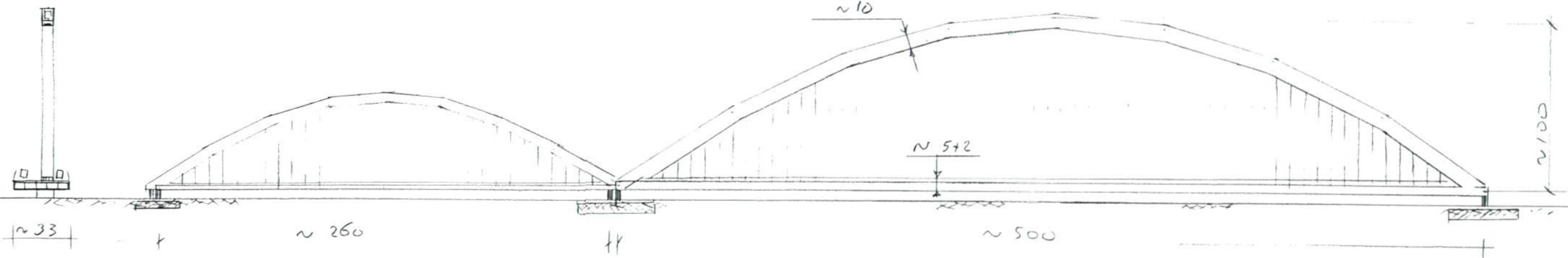
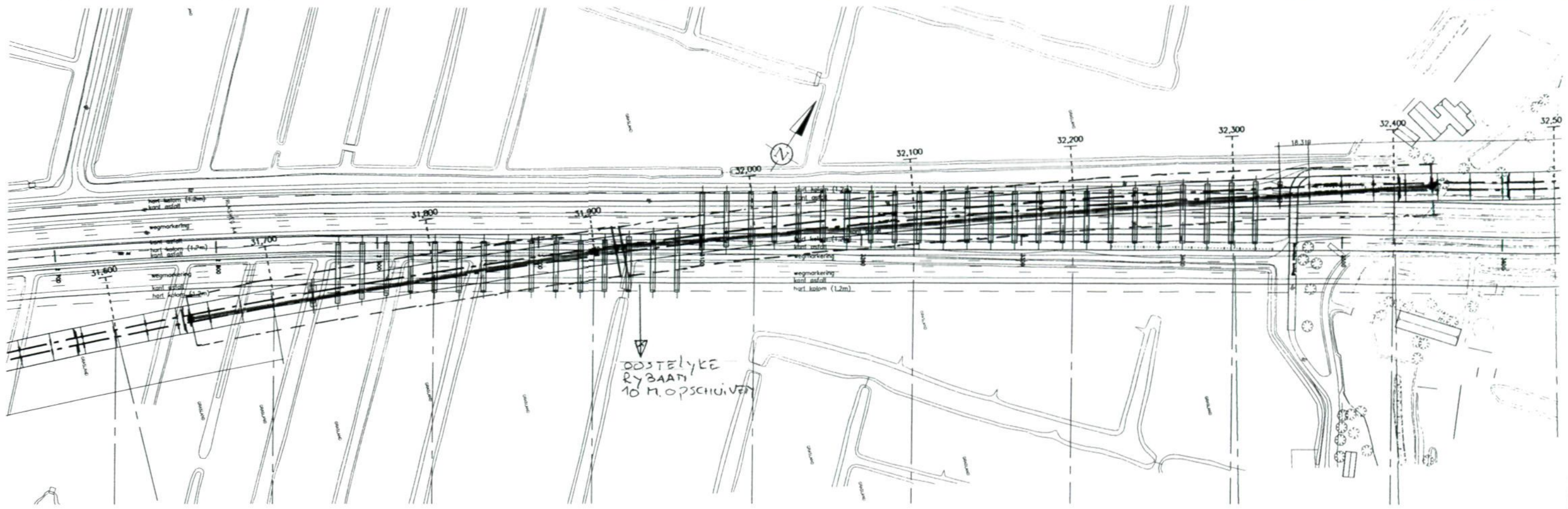
DRSM B

### BASISVARIANT PKB3

Getekend	MWe	970528	Status	<b>IN ONTWIKKELING</b>
Gecontroleerd	Niel	Gecontr.	Fase	<b>OTB</b>
Goedgekeurd			Tracé	<b>A1</b>
Geautoriseerd				
Maten in meters	Schaal	1:2500		
Pielen in m. tov. NAP.	Formaat	A3		
Omschrijving				
<b>Pergola bij Hoogmade</b>				
<b>BYLAGE 0-2</b>				
Tekeningnummer	M	WEC	140	322
				0



Projectorganisatie  
 Hogesnelheidslijn - Zuid  
 Infra  
 Postbus 2025  
 3500 HA Utrecht  
 Catharijnesingel 33  
 Utrecht  
 Tel. 030 - 27 28 400  
 Fax. 030 - 27 28 444

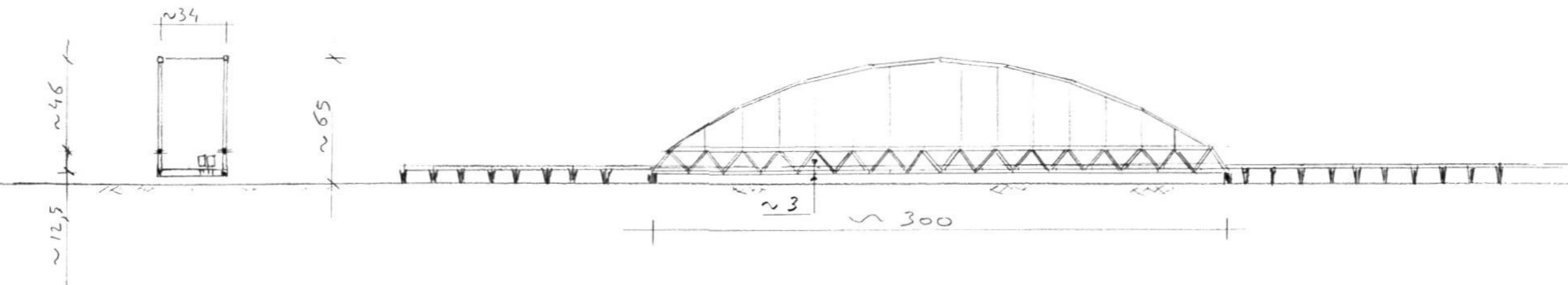
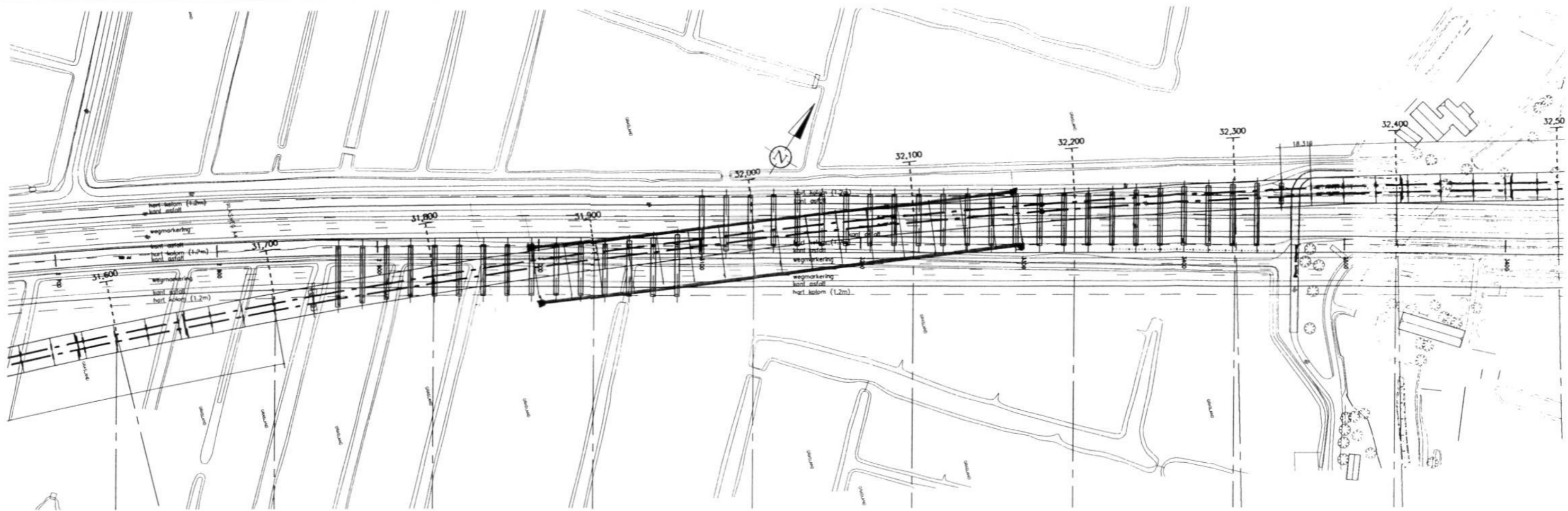


VARIANT 1, 2 RECHTE ENKELE BOGEN

Getekend	MWe	970528	Status	<b>IN ONTWIKKELING</b>
Gecontroleerd	Niet	Gecontr.	Fase	<b>OTB</b>
Goedgekeurd			Tracé	<b>A1</b>
Geautoriseerd				
Maten in meters		Schaal	1:2500	
Peilen in m tov N.A.P.		Formaat	A3	
Omschrijving				
<b>Pergola bij Hoogmade</b>				
<b>BYLAGE 1</b>				
Tekeningnummer	M	WEC	14Q	322 0

**HSL** ZUID

Projectorganisatie  
 Hogesnelheidslijn - Zuid  
 Infra  
 Postbus 2025  
 3500 HA Utrecht  
 Catharijnesingel 33  
 Utrecht  
 Tel 030 - 27 28 400  
 Fax 030 - 27 28 444

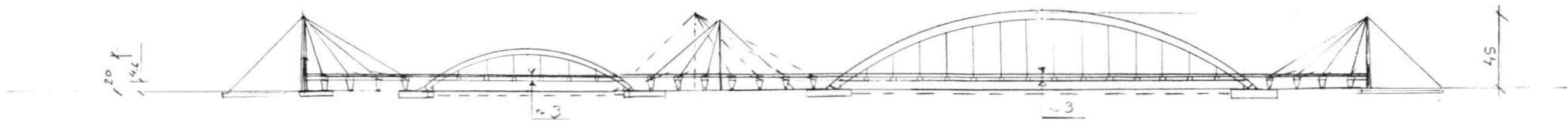
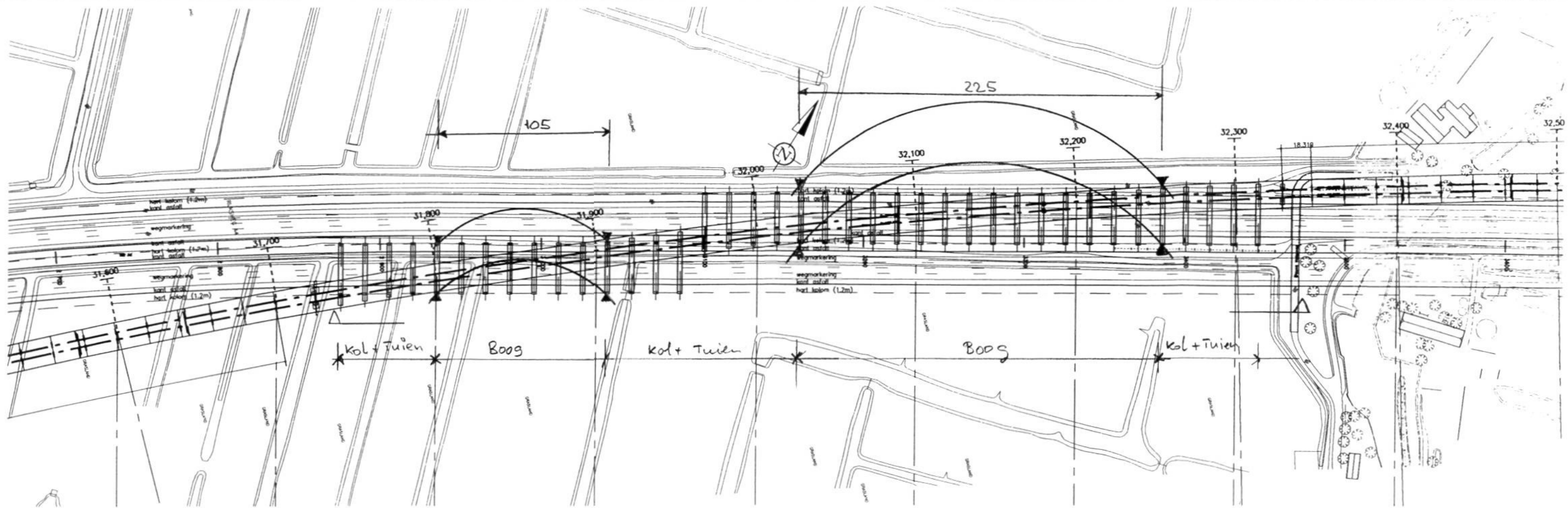


VARIANT 2, RECHTE DUBBELE BOOG

Getekend	MWe	970528	Status	IN ONTWIKKELING
Gecontroleerd	Niet	Gecontr.	Fase	OTB
Goedgekeurd			Tracé	A1
Geautoriseerd				
Maten in meters	Schaal	1:2500		
Peilen in m. t.o.v. NAP.	Formaat	A3		
Omschrijving	<b>Pergola bij Hoogmade</b>			
Tekeningnummer	BYLAGE 2			
<b>M</b>	<b>WEC</b>	<b>14Q</b>	<b>322</b>	<b>0</b>



Projectorganisatie  
 Hogesnelheidslijn - Zuid  
 Infra  
 Postbus 2025  
 3500 HA Utrecht  
 Catharijnesingel 33  
 Utrecht  
 Tel 030 - 27 28 400  
 Fax 030 - 27 28 444



ZijAANZICHT

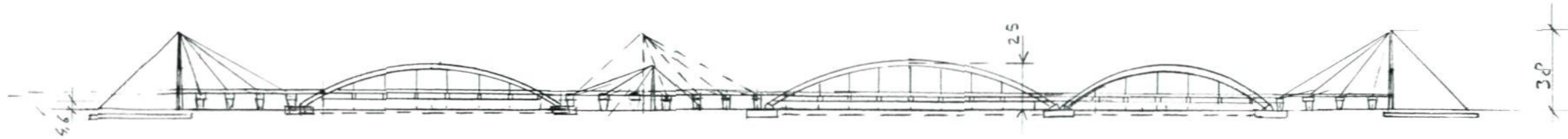
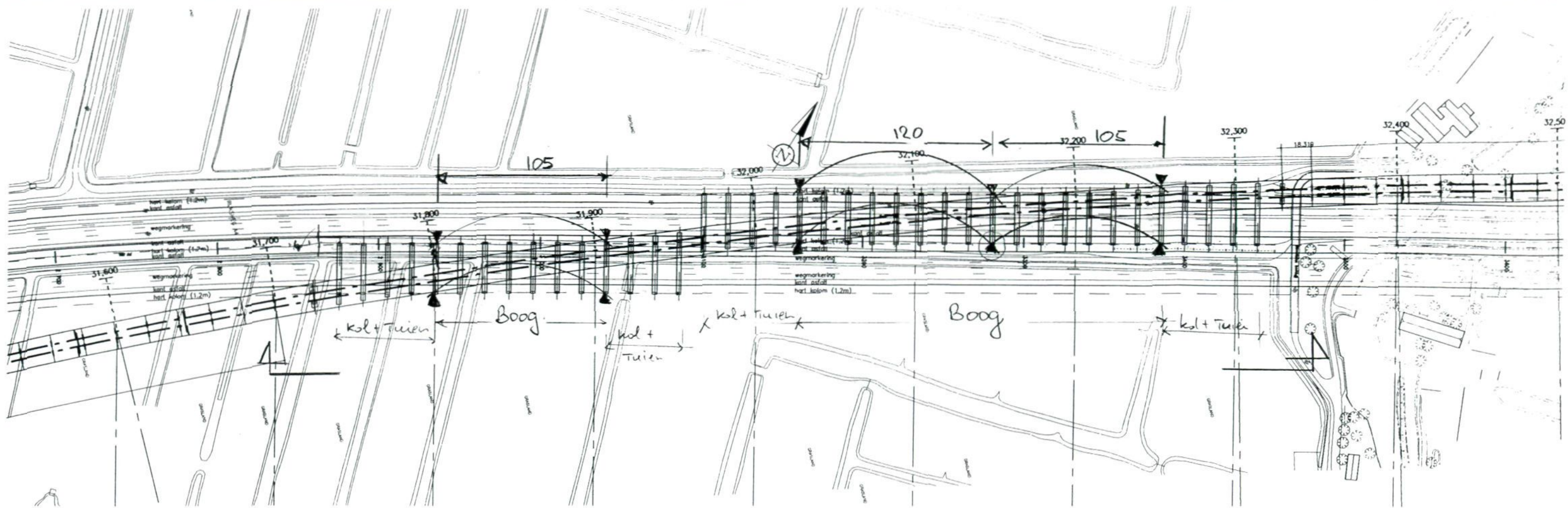
VARIANT 3, 2 RECHTE DUBBELE BOGEN + TUIENSTRUCTURIES

Geleend	MWe	970528	Status	<b>IN ONTWIKKELING</b>
Gecontroleerd	Niet	Gecontr.	Fase	OTB
Goedgekeurd			Tracé	A1
Geautoriseerd				
Maten in meters	Schaal	1:2500		
Peilen in m tov N.A.P.	Formaat	A3		
Omschrijving	<b>Pergola bij Hoogmade</b>			
Tekeningnummer	BYLAGE 3			
<b>M</b>	<b>WEC</b>	<b>140</b>	<b>322</b>	<b>0</b>



Projectorganisatie  
 Hogesnelheidslijn - Zuid  
 Intra  
 Postbus 2025  
 3500 HA Utrecht  
 Catharijnesingel 33  
 Utrecht  
 Tel. 050 - 27 28 400  
 Fax 050 - 27 28 444

© Projectorganisatie Hogesnelheidslijn - Zuid infra



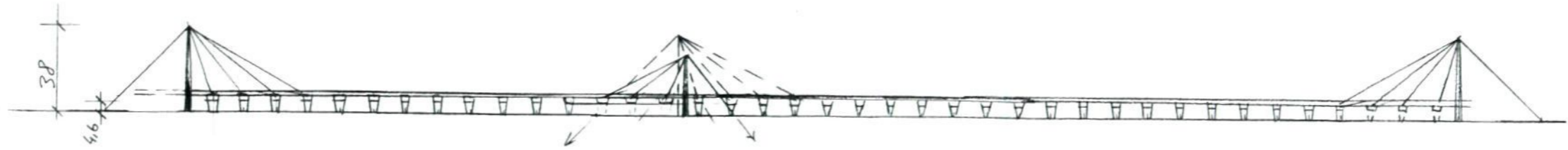
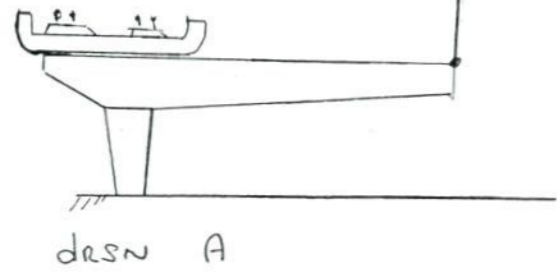
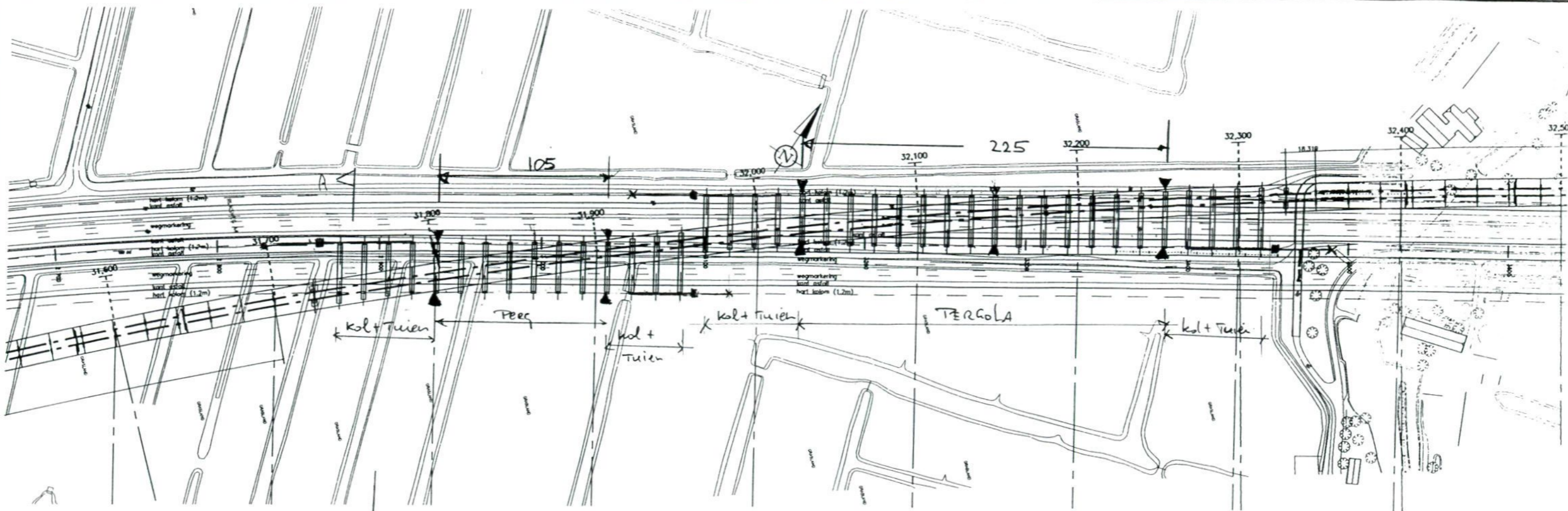
ZijAANZICHT

VARIANT 4, 3 RECHTE DUBBELE BOGEM + TUICONSTRUCTIES

Getekend	MWe	970528	Status	<b>IN ONTWIKKELING</b>
Gecontroleerd	Niet	Gecontr.	Fase	<b>OTB</b>
Goedgekeurd			Tracé	<b>A1</b>
Geautoriseerd				
Maten in meters	Schaal	1:2500		
Peilen in m tov N.A.P.	Formaat	A3		
Omschrijving				
<b>Pergola bij Hoogmade</b>				
<b>BYLAGE 4</b>				
Tekeningnummer	<b>M</b>	<b>WEC</b>	<b>14Q</b>	<b>322</b>
				<b>0</b>



Projectorganisatie  
Hogesnelheidslijn - Zuid  
Infra  
Postbus 2025  
3500 HA Utrecht  
Catharijnesingel 33  
Utrecht  
Tel 030 - 27 29 400  
Fax 030 - 27 28 444



ZYAAANZICHT

VARIANT 5, PERGOLA MET TUICONSTRUCTIES



Getekend	MWe	970528	Status	<b>IN ONTWIKKELING</b>		
Gecontroleerd	Niel	Gecontr.	Fase	<b>OTB</b>		
Geautoriseerd			Track	<b>A1</b>		
Maten in meters	Schaal	1:2500				
Pelen in m tov N.A.P.	Formaat	A3				
Omschrijving						
<b>Pergola bij Hoogmade</b>						
<b>BÛLAGE 5</b>						
Tekeningnummer	<b>M</b>	<b>WEC</b>	<b>14Q</b>	<b>322</b>	<b>0</b>	



Projectorganisatie  
 Hogesnelheidslijn - Zuid  
 Infra  
 Postbus 2025  
 3500 HA Utrecht  
 Catharijnesingel 33  
 Utrecht  
 Tel 030 - 27 29 400  
 Fax 030 - 27 28 444

ALT 3 (Pergola + Tuien)



In de Projectorganisatie  
Hogesnelheidslijn-Zuid  
werken NS Railinfrabeheer,  
Holland Railconsult en  
DHV Milieu en Infrastruc-  
tuur samen onder verant-  
woordelijkheid van de  
Ministeries van Verkeer  
en Waterstaat en VROM