

BACHELOR EINDWERK

REISTIJDVERKORTING ARNHEM-APELDOORN

*Heropening museumlijn Dieren – Apeldoorn voor regulier treinverkeer versus
aanleg Emperbocht*



BIJLAGEN

auteur M.C.J. Schouwenaars

—

opdrachtgever Provincie Gelderland

—

begeleiders Ir. P.B.L. Wiggenraad
Sectie Transport en Planning | TU Delft faculteit Civiele Techniek

Dr. Ir. R. van Nes
Sectie Transport en Planning | TU Delft faculteit Civiele Techniek

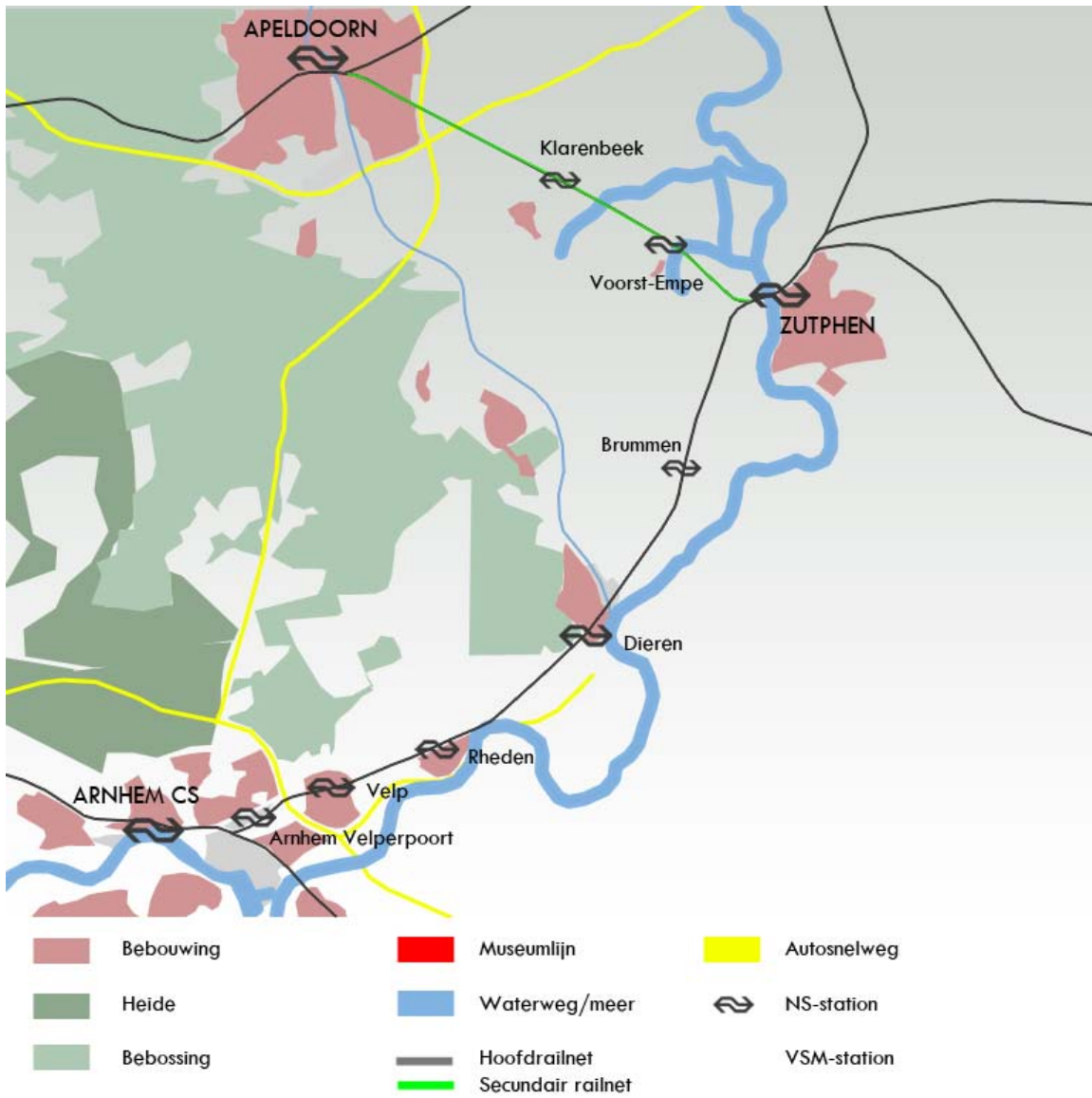
—

datum 9 juni 2010

Inhoudsopgave

1	Kaart plangebied.....	3
2	Alternatief 1 en 2: Enkele en dubbele Emperbocht.....	4
2.1	Overzicht ontwerp Movares.....	5
2.2	Horizontaal ontwerp boog op maaiveldniveau.....	7
2.3	Horizontaal ontwerp fly-over.....	8
3	Alternatief 3: Heropening museumlijn Apeldoorn – Dieren.....	9
3.1	Tracé Schematisch.....	10
3.2	Tracé Schaaltekening.....	11
3.3	Dwarsdoorsneden.....	12
3.4	Boogstralen en verkantingen.....	13
3.5	Station Apeldoorn Oud en nieuw.....	16
3.6	Station Eerbeek Oud en nieuw.....	17
3.7	Station Dieren Oud en nieuw.....	18
3.8	Tijd-wegdiagram.....	20
3.9	Bouwplanning.....	21
3.10	Globale investeringsraming.....	22
3.11	Netto-contante-waarde.....	24
4	Evaluatie en vergelijking.....	26
4.1	Multi Criteria Evaluatie.....	27
5	Algemene bijlagen.....	30
5.1	EU Habitatrichtlijnen.....	31
5.2	Ontwerpvoorschriften Prorail.....	32

1 Kaart plangebied



2 Alternatief 1 en 2: Enkele en dubbele Emperbocht

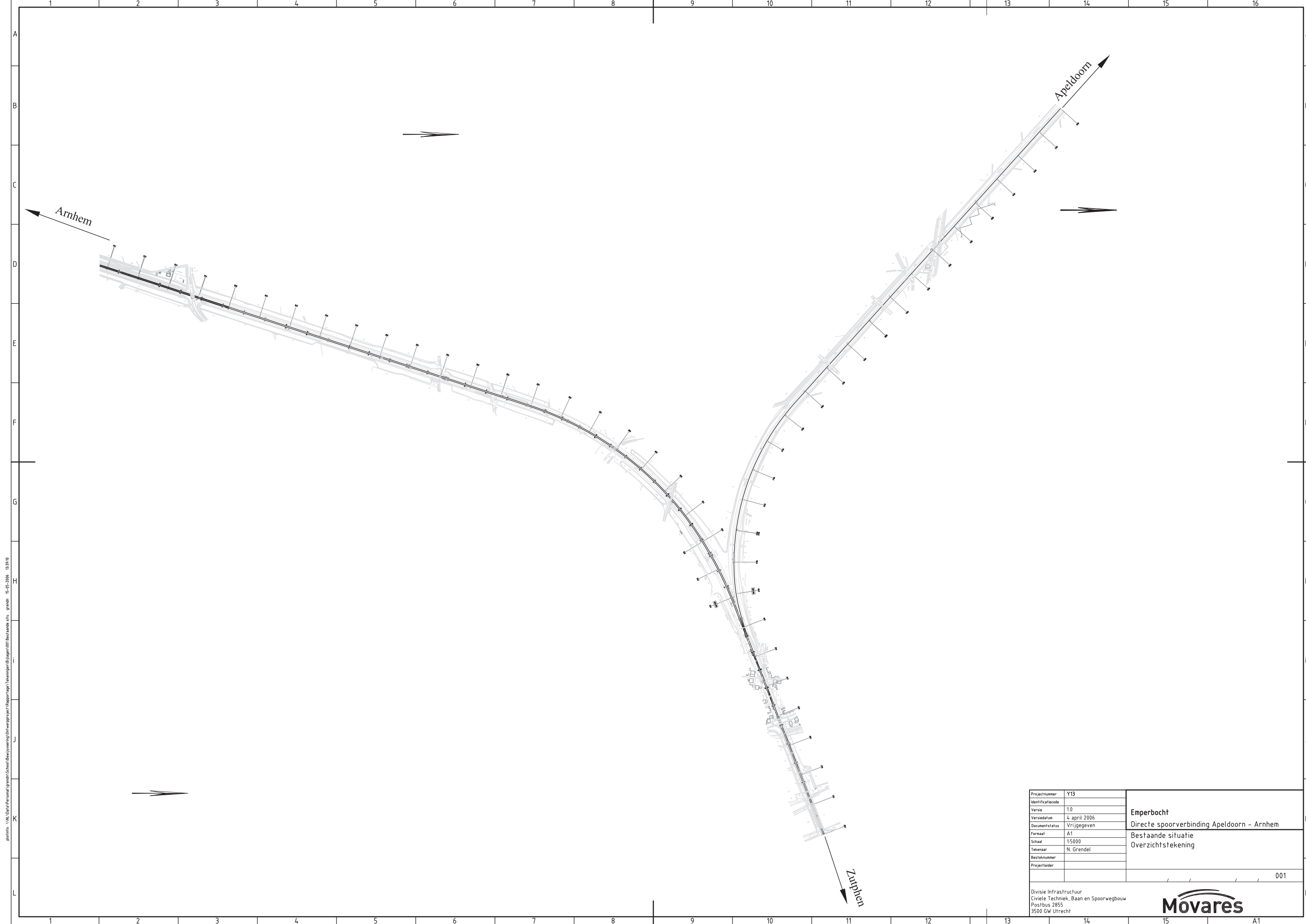
Voorontwerp

Directe spoorverbinding tussen
Apeldoorn en Arnhem



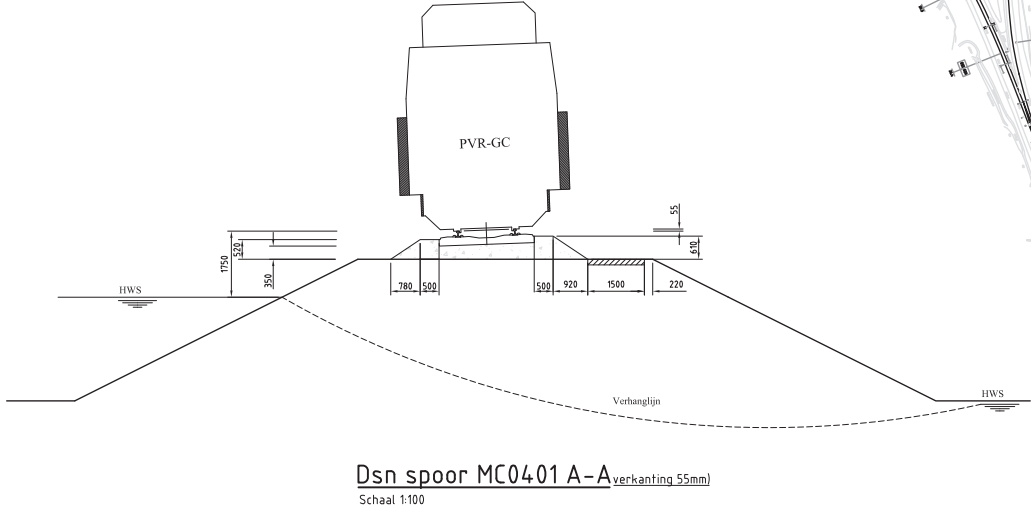
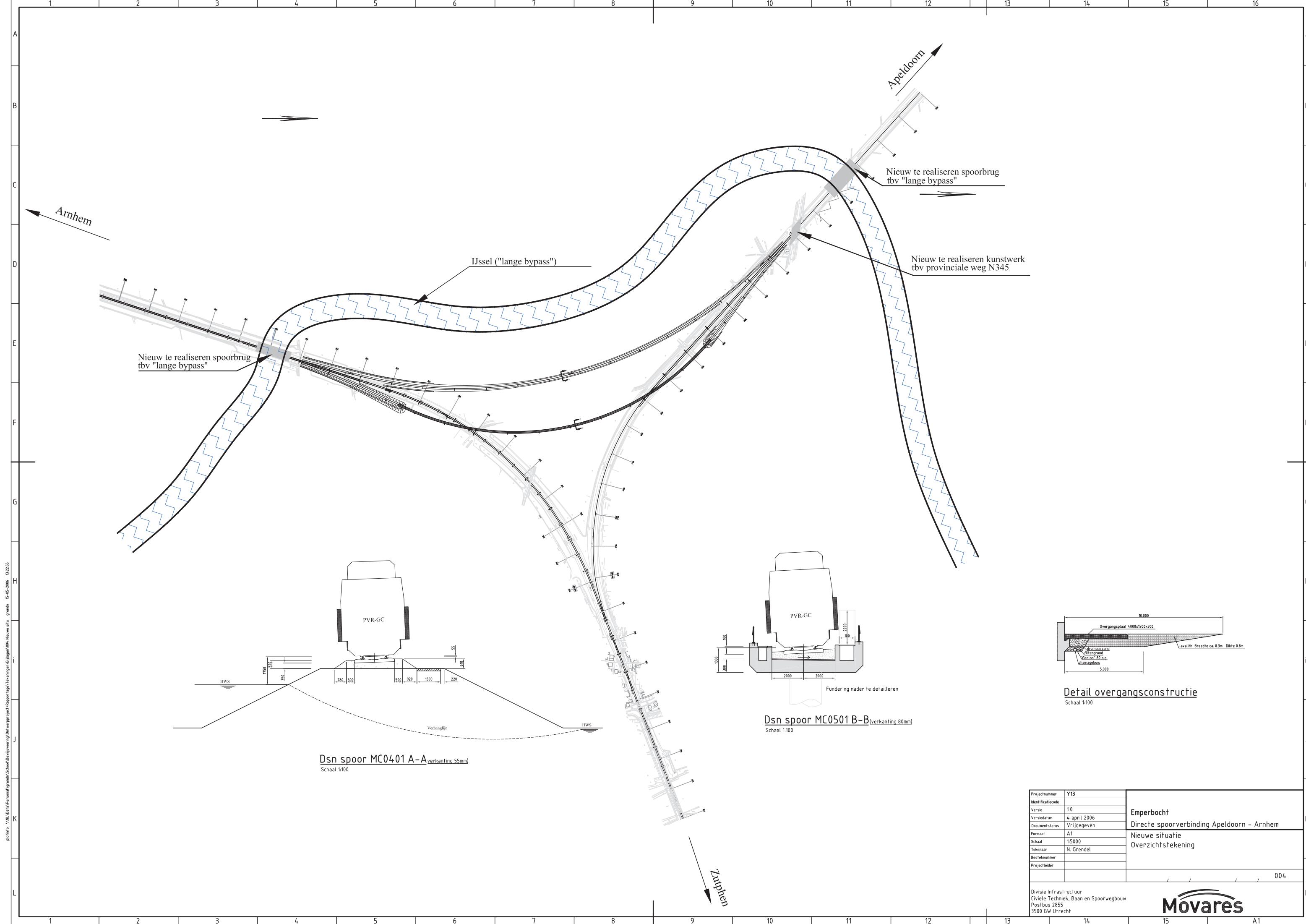
Opdrachtgever: Movares
ing. E. Oosterveld
Auteur: Niels Grendel
Kenmerk: Rapportage_Emperbocht
Versie: 1.0
Arnhem, 21-04-2006, versie definitief

plott: \\na-data\persoonlijk\grendel\school\Bouw\jissema\overzichts\Bijlagen\001 Bestaande situ - grnd - 15-05-2006 13:38:10

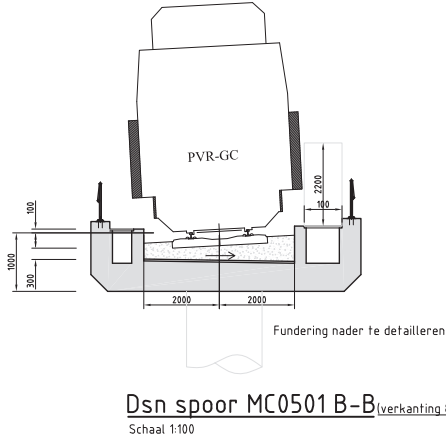


Projectnummer	Y13	Emperbocht Directe spoorverbinding Apeldoorn - Arnhem Bestaande situatie Overzichtstekening
Identificatiecode		
Versie	1.0	
Versiedatum	4 april 2006	
Documentstatus	Vrijgegeven	
Formaat	A1	
Schaal	1:5000	
Tekenaar	N. Grendel	
Besteknummer		
Projectleider		
		001
Divisie Infrastructuur Civiele Techniek, Baan en Spoorwegbouw Postbus 2855 3500 GW Utrecht 		

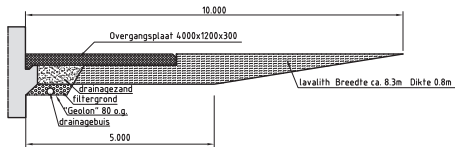
\\nl\data\pers\m\grendel\project\rapportage\tekeningen\B\lagen\B04_Nieuwe situ_ gndn_ 15-05-2006_ 13:25:55



Dsn spoor MC0401 A-A (verkanting 55mm)
Schaal 1:100



Dsn spoor MC0501 B-B (verkanting 80mm)
Schaal 1:100



Detail overgangsconstructie
Schaal 1:100

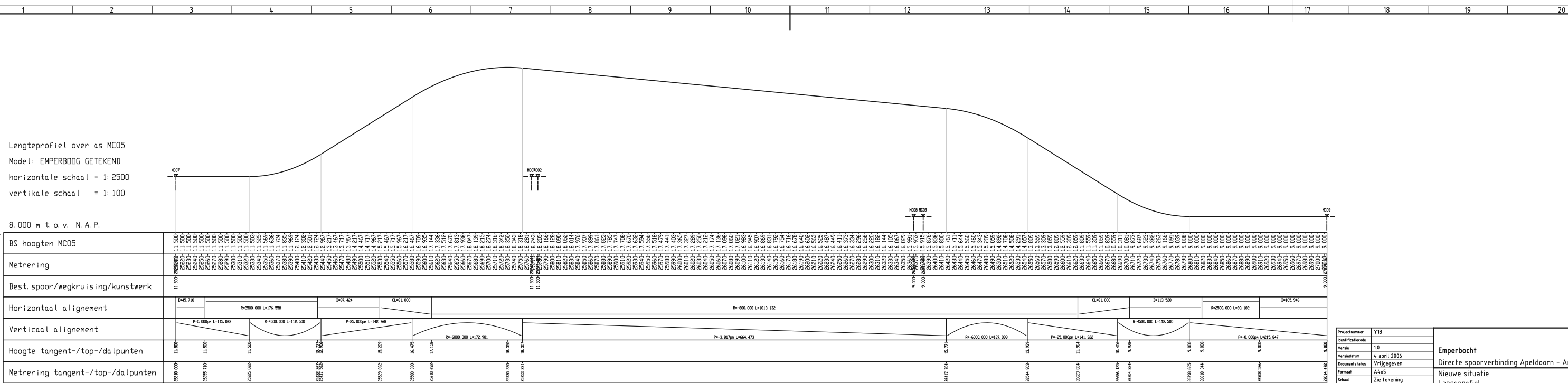
Projectnummer	Y13	Emperbocht
Identificatiecode		
Versie	1.0	Directe spoorverbinding Apeldoorn - Arnhem
Versiedatum	4 april 2006	
Documentstatus	Vrijgegeven	Nieuwe situatie
Formaat	A1	
Schaal	1:5000	Overzichtstekening
Tekenaar	N. Grendel	
Besteknummer		
Projectleider		
		004
Divisie Infrastructuur Civiele Techniek, Baan en Spoorwegbouw Postbus 2855 3500 GW Utrecht		

vertikale schaal = 1:100

8. 000 m t. o. v. N. A. P.

Projectnummer	Y13	Emperbocht Directe spoorverbinding Apeldoorn – Arnhem Nieuwe situatie Langsprofiel Spoor MC0401
Identificatiecode		
Versie	1.0	
Versiedatum	4 april 2006	
Documentstatus	Vrijgegeven	
Formaat	A4x4	
Schaal	Zie tekening	
Tekenaar	N. Grendel	
Besteknummer		
Projectleider		



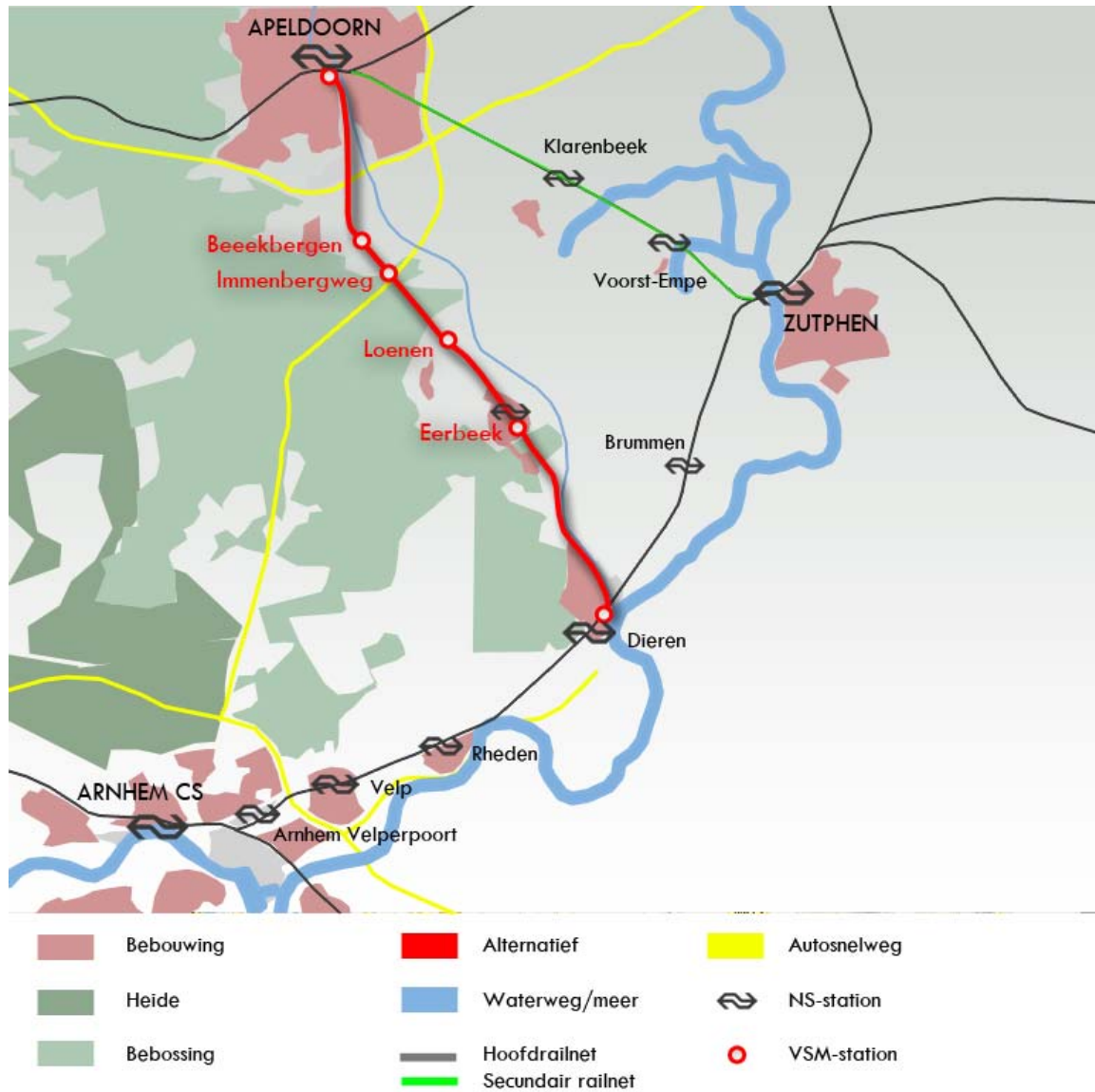


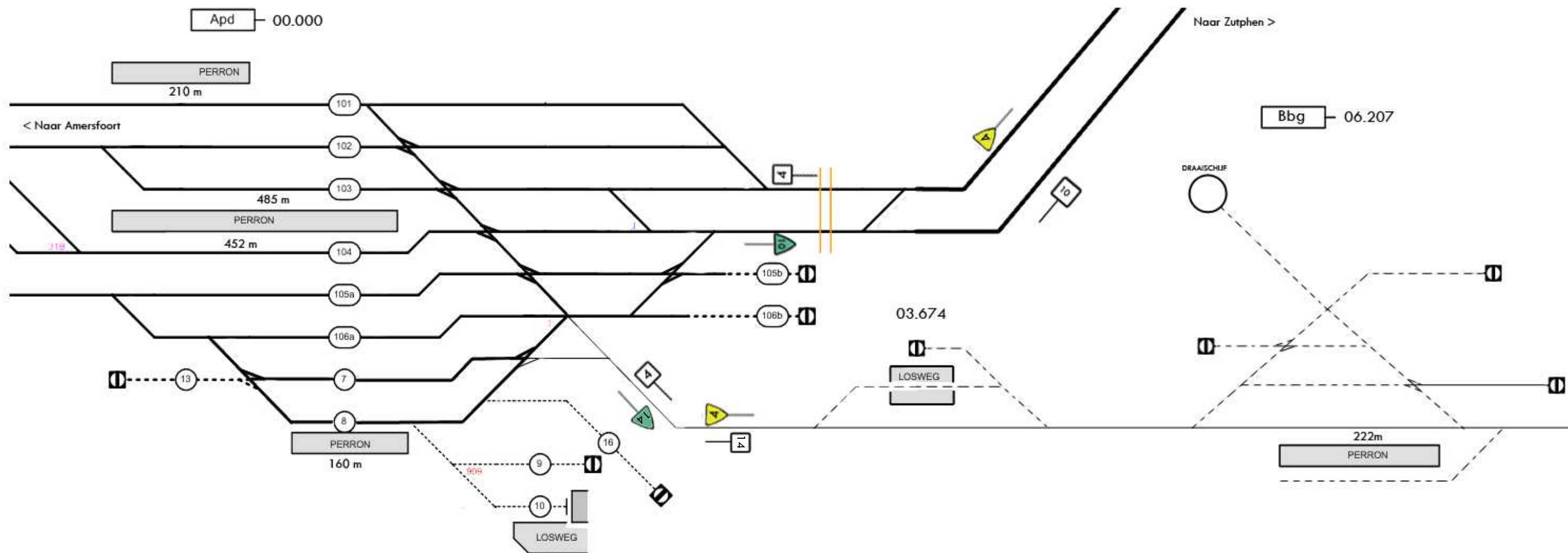
Projectnummer	Y13	Emperbocht Directe spoorverbinding Apeldoorn – Arnhem Nieuwe situatie Langsprofiel Spoor MC0501
Identificatiecode		
Versie	1.0	
Versiedatum	4 april 2006	
Documentaafatus	Vrijgegeven	
Formaat	A4-L5	
Schaal	Zie tekening	
Tekenaar	N. Grendel	
Bestelnummer		
Projectleider		

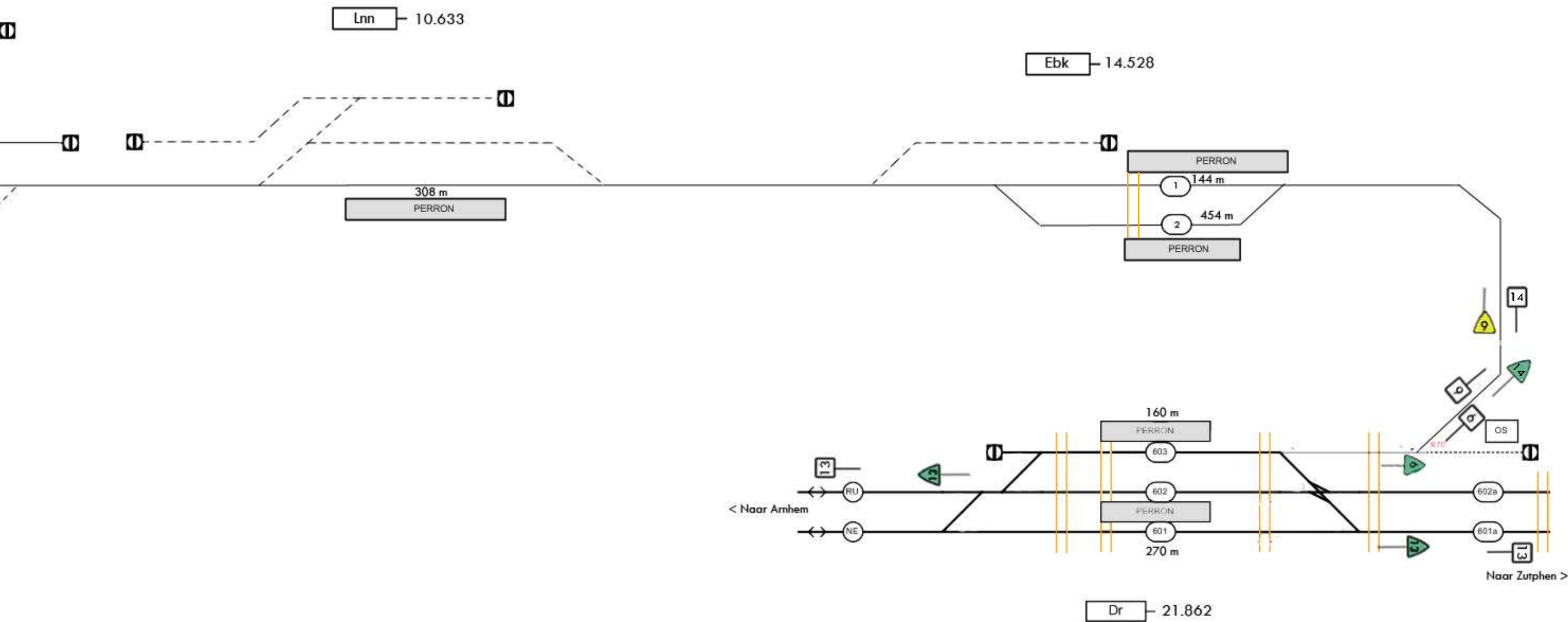
Divisie Infrastructuur
Civiele Techniek, Baan en Spoorwegbouw
Postbus 2855
3500 GW Utrecht



3 Alternatief 3: Heropening museumlijn Apeldoorn – Dieren







Legenda

- Geïsoleerd spoor met bovenleiding
- Geïsoleerd spoor zonder bovenleiding
- Ongeïsoleerd spoor met bovenleiding
- Ongeïsoleerd spoor zonder bovenleiding

Snelheidsverhoging
Snelheidsverhoging
Snelheidsverhoging of -verhoging bereikt

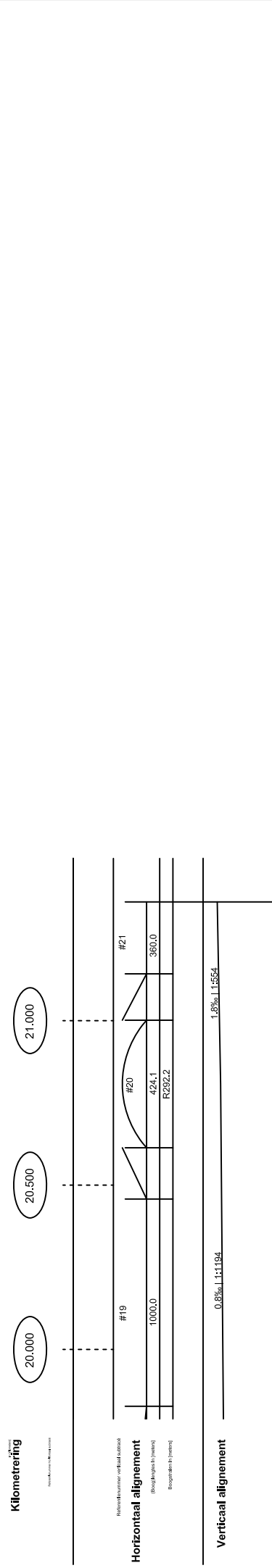
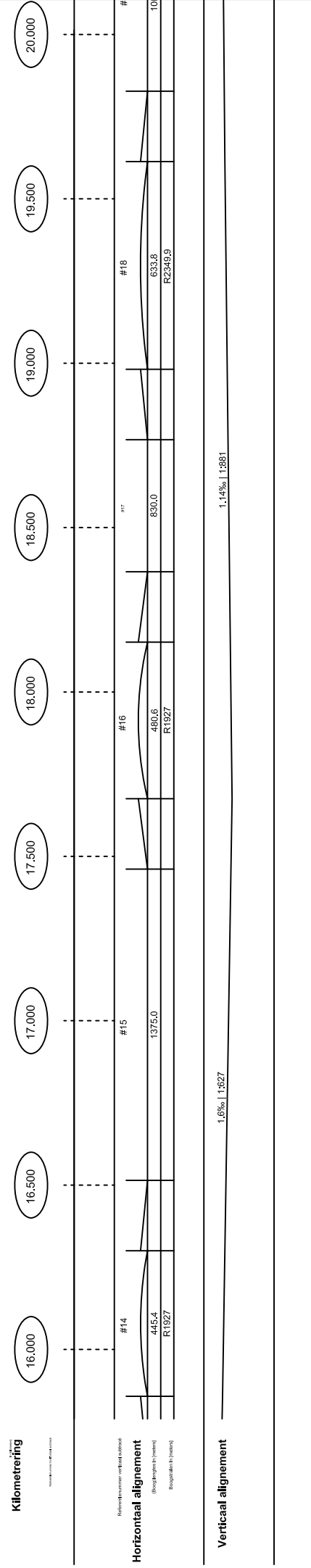
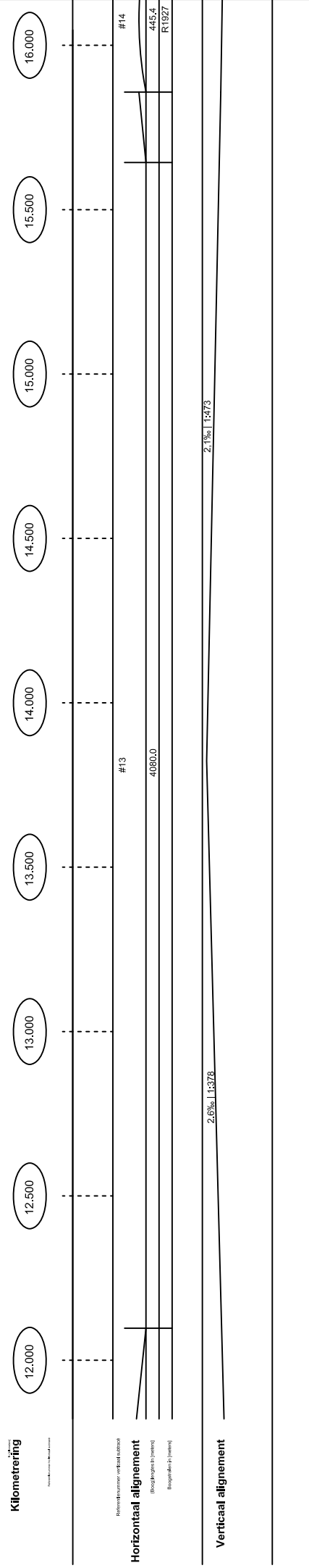
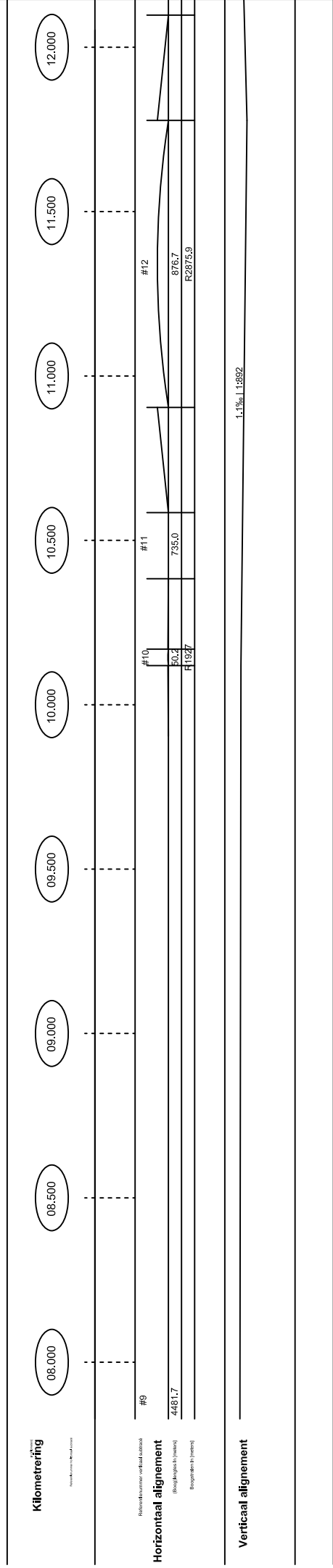
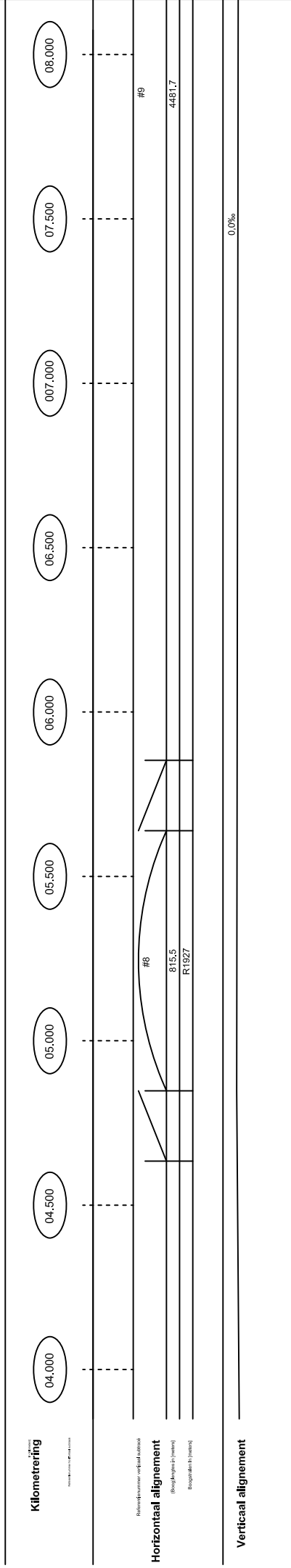
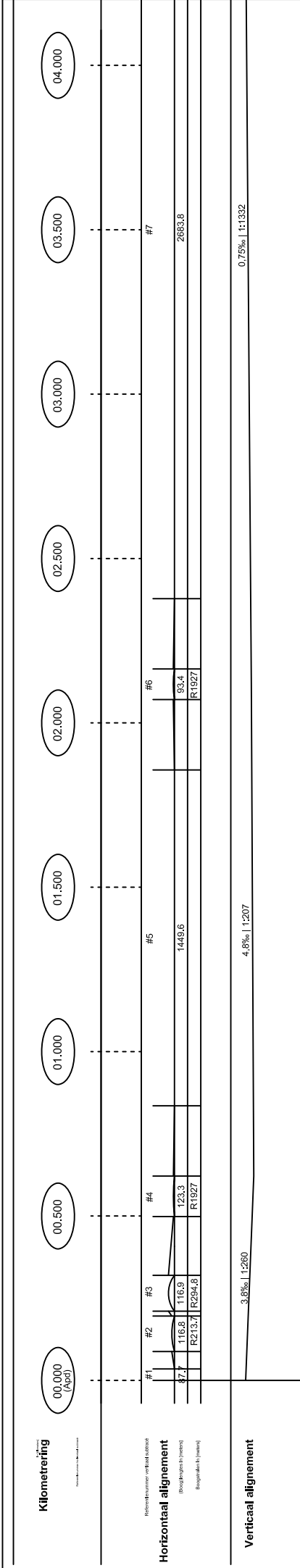
Dr 21.862
Stationsverkortung
PERRON

kilometrering
Stootjuk
Perron

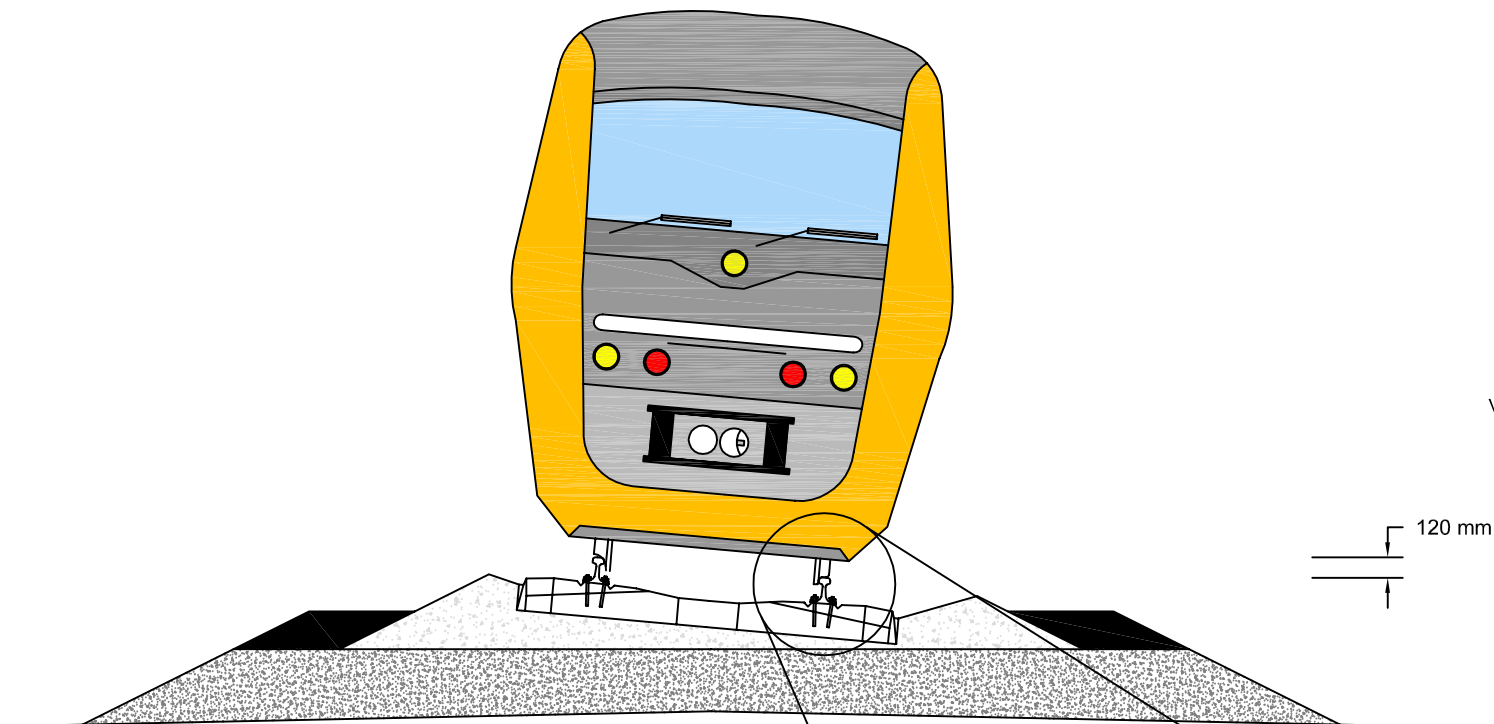
Versie	2.0	Sporenplan Apeldoorn - Dieren
Versiedatum	31 mei 2010	
Schaal	NVT	Nieuwe situatie
Tekenaar	M. Schouwenaars	
Begeleiders	Ir. P.B.L. Wiggenraad Dr. Ir. R. van Nes	

TU Delft
Delft University of Technology

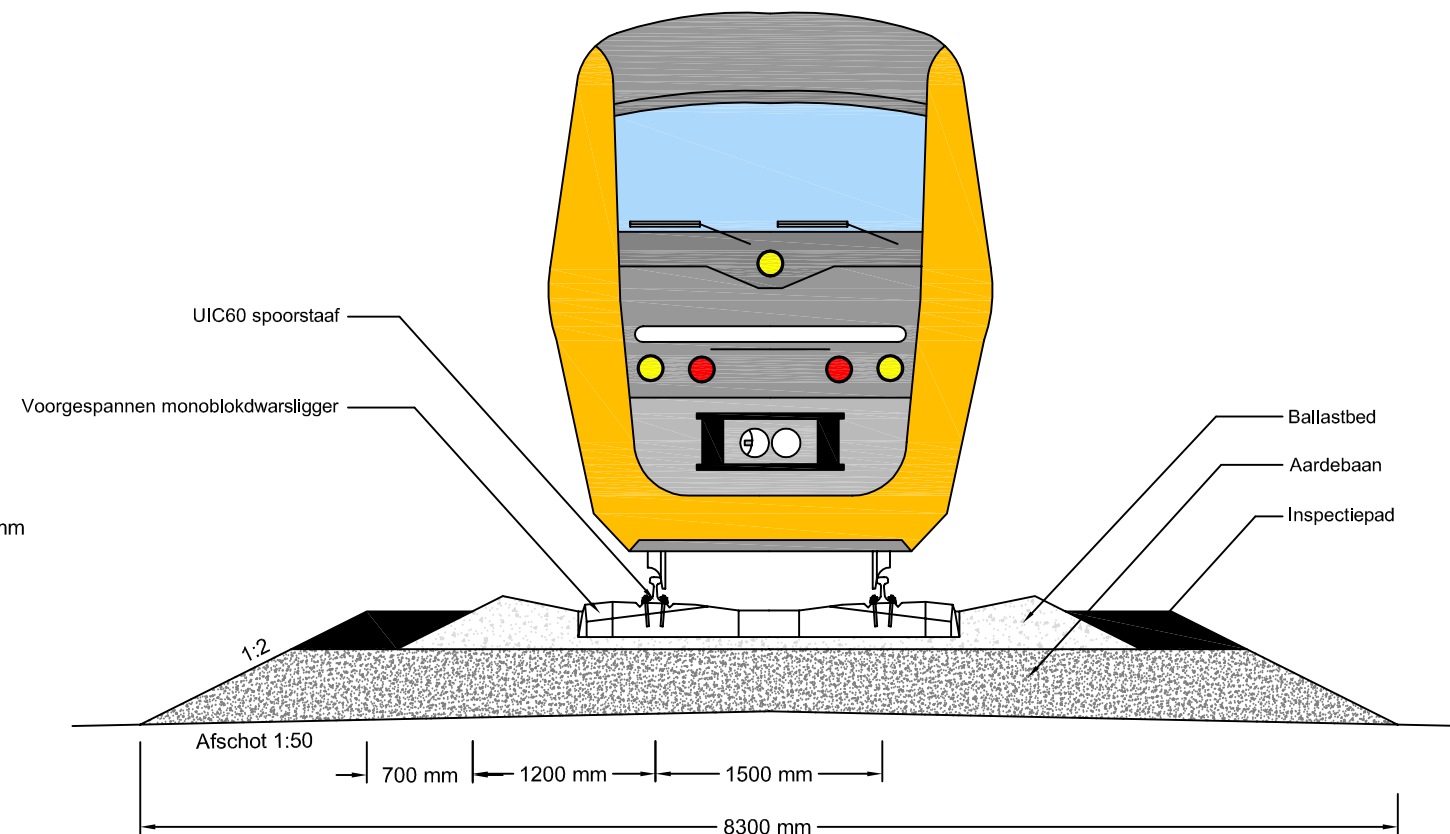
Sectie Transport en Planning



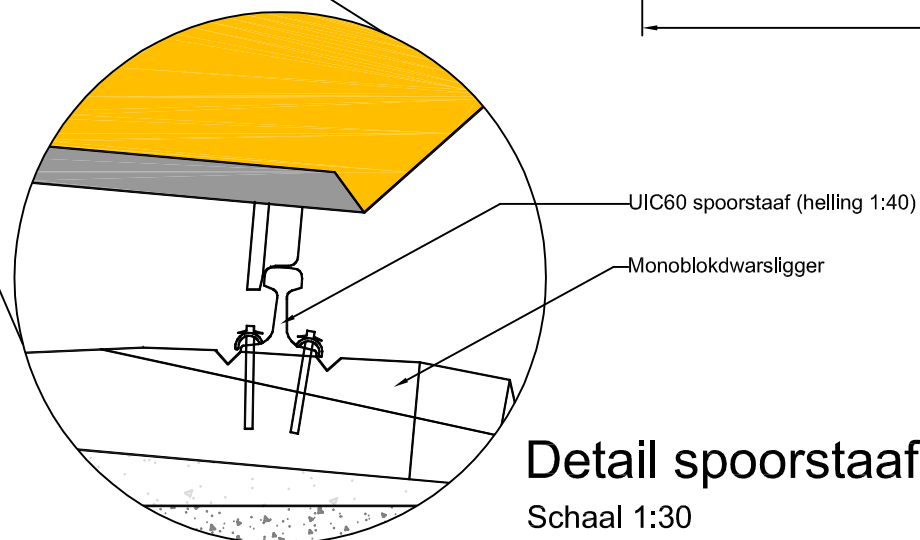
Versie	3.1		Alignement
Versiedatum	2 juni 2010		
Schaal	1:10000		
Tekenaar	Marc Schouwenaars		
Begeleiders	Ir. P.B.L. Wiggenraad Dr. Ir. R. van Nes		



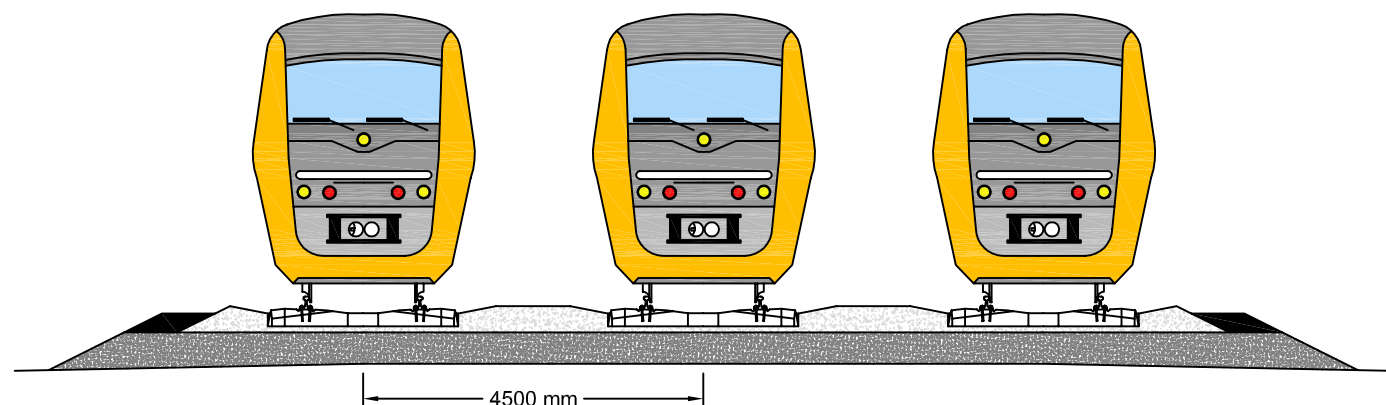
Dwarsdoorsnede spoorconstructie
Verkanting 120 mm | Schaal 1:50



Dwarsdoorsnede spoorconstructie
Verkanting 0 mm | Schaal 1:50



Detail spoorstaafbevestiging
Schaal 1:30



Dwarsdoorsnede 3-sporig alignment
Verkanting 0 mm | Schaal 1:100

Versie	2.0	Spoorconstructie Dwarsdoorsnede
Versiedatum	4 juni 2010	
Schaal	Zie tekening	
Tekenaar	Marc Schouwenaars	
Begeleiders	Ir. P.B.L. Wiggeraad Dr. Ir. R. van Nes	

3.4 Boogstralen en verkantingen

Aan het horizontaal alignement van een spoorlijn worden diverse eisen gesteld. Zo moet de constructie geschikt zijn voor de maximale baanvaksnelheid, moeten de treinen in de bogen niet te grote dwarskrachten ondervinden en moeten bogen en rechtstanden aan elkaar gekoppeld zijn door middel van overgangsbogen.

Het alignement van de museumlijn is in eerste instantie bepaald aan de hand van luchtfoto's. De bestaande bogen zijn niet geschikt voor een snelheid van 140 km/h, dus daar waar nodig moet de boogstraal vergroot worden. Hieronder is voor één boog het vernieuwde ontwerp nader toegelicht. Voor de rest van de bogen wordt verwezen naar tabel 3.4.

Dimensionering 'bocht 14'

Allereerst zijn de luchtfoto's van het gehele tracé geïmporteerd in AutoCAD. Door hier met de 'arc-function' de boog op de luchtfoto over te trekken, is eenvoudig de bijbehorende boogstraal en -lengte af te lezen. Voor bocht 14 bedroeg de straal 1162 meter.

Wat betreft de verkanting onderscheidt men de theoretische verkanting, de ideale verkanting, de maximumverkanting, het verkantingstekort en het verkantingsoverschot. In het geval van de theoretische verkanting is er geen sprake van een dwarsversnelling. Echter wordt een dwarsversnelling van $a_q = 0,2 \text{ m/s}^2$ nagestreefd om volledige geleiding van de wielstellen door de buitenspoorstaaf en de rustige loop van het materieel te bevorderen. Gecorrigeerd leidt dit tot de ideale verkanting.¹

De ideale verkanting is:

$$h_0 = \frac{sv^2}{gR}$$

Voor bocht 14 gelden de volgende variabelen:

$$\begin{aligned} s &= 1500 \text{ mm} \\ v &= 140 \text{ km/h} \\ g &= 9,81 \text{ m/s}^2 \\ R &= 1162 \text{ m} \end{aligned}$$

De ideale verkanting voor de boog is dus:

$$h_0 = \frac{sv^2}{gR} = \frac{1.5 \cdot (140/3.6)^2}{9.81 \cdot 1162} = 189.99 \text{ mm}$$

Ontwerpvoorschriften van ProRail schrijven echter voor dat de maximale verkanting voor een boog met een ontwerpsnelheid van 140 km/h slechts 120mm is. De boogstraal zal dus vergroot moeten worden om aan de ontwerpeisen te voldoen.

¹ Functioneel en constructief ontwerp van wegen en spoorwegen (CT3041), Prof. Dr. Ing. I.A. Hansen

De vereiste boogstraal is dus:

$$R_0 = \frac{sv^2}{h_0 g} = \frac{1.5 \cdot (140/3.6)^2}{0.12 \cdot 9.81} = 1927 \text{ m}$$

Aan de overgangsbogen die de rechstanden zonder verkanting en bogen met verkanting met elkaar verbinden worden ook eisen gesteld. Zo moet de verkantingstoename onder de 25 mm/s blijven, mag de overgangshelling nooit steiler zijn dan 1:600 en dient de overgangsboog de zogenaamde clotoïde te volgen. Voor elk van deze drie eisen kan de lengte van de overgangsboog worden bepaald. De eis die de langste overgangsboog genereert wordt als maatgevend gezien.

Verkantingstoename:

Aangezien de verkanting 120 mm bedraagt, moet de verkantingstoename in $120/25 = 4.8$ seconde gebeuren. Met een maximale exploitatiesnelheid van 140 km/h komt dit neer op een afgelegde afstand van $(140/3.6) \cdot 4.8 = 186.667 \text{ m}$.

Overgangshelling:

Voor iedere mm verkanting is 600 mm afgelegde weg nodig. Dus voor 120 mm verkanting is $120 \cdot 600 = 72 \text{ m}$ overgangsboog nodig.

Clotoïde:

De toename van de zijdelingse versnelling moet binnen bepaalde grenzen blijven. De clotoïde-parameter A bepaalt deze toename. Voor een zijdelingse versnelling van 3,5g geldt $A \approx R/3$. Met $R = 1927$ volgt voor $A = 642.33 \text{ m}$.

De lengte van de overgangsboog volgt uit $A^2 = R \cdot L$, dus de benodigde lengte voor de overgangsboog is:

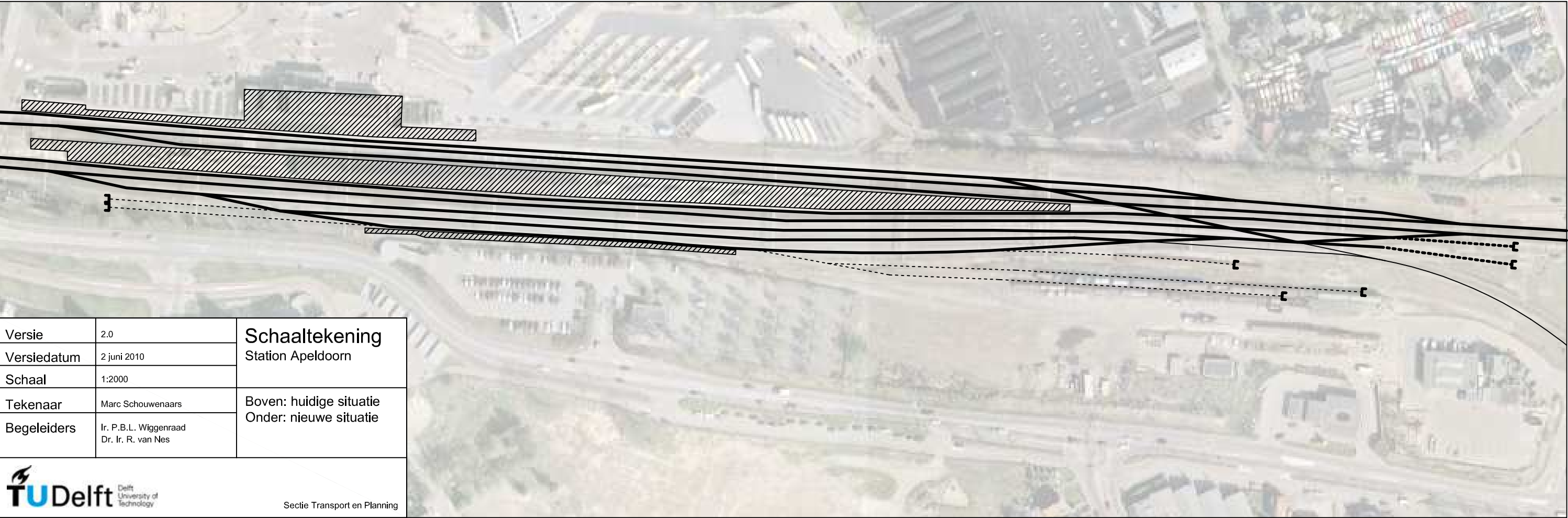
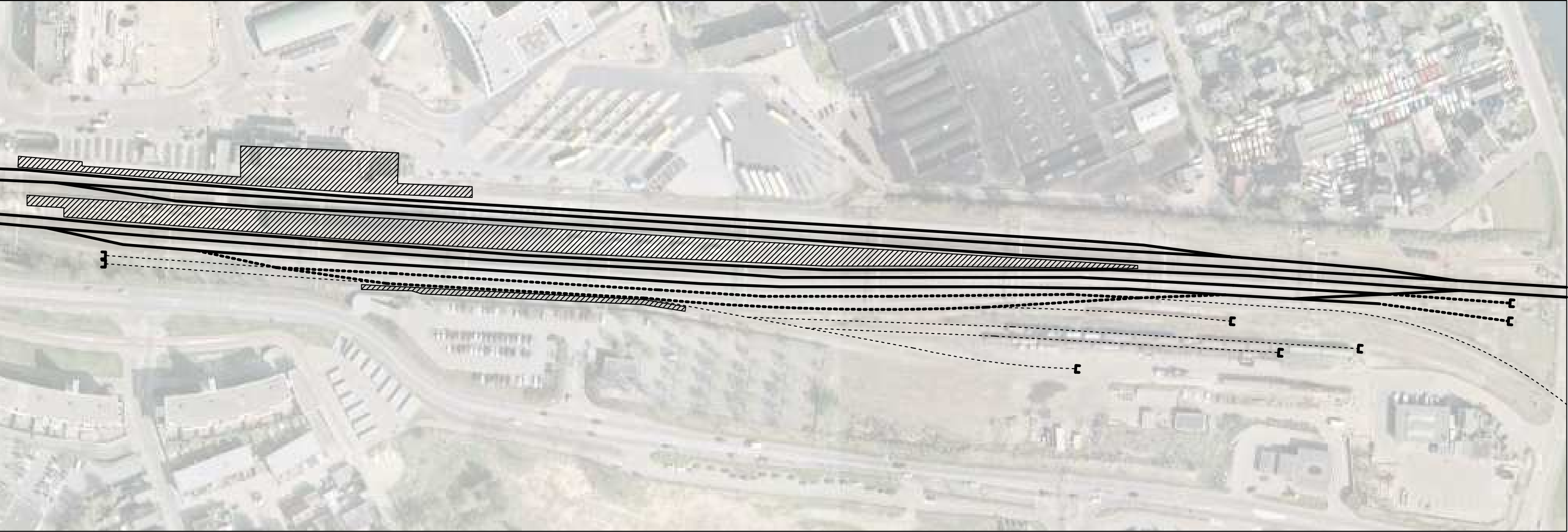
$$L = \frac{A^2}{R} = \frac{642.33^2}{1927} = 214.11 \text{ m}$$

Maatgevend voor het ontwerp van de overgangsboog is dus de clotoïde-eis.

De totale booglengte wordt gevormd door de twee overgangsbogen en de boog zelf. In dit geval bedraagt de totale lengte dus $214,11 + 445,39 + 214,11 = 873,5 \text{ m}$.

Bijlage 3.4 | Boogstralen en verkanting

	Referentienummer (#)	Type (Boog of RechStand)	(Boog)lengte (m)	Boogstraal (m)	Ontwerpsnelheid (km/h)	Ideale verkanting (mm)	Conform maximum verkanting (120 mm)	Gewenste boogstraal (m)	Gewenste verkanting (mm)	Benodigde tijdsduur verkantingstoename (max 25 mm/s) (s)	Totale lengte overgangsboog volgens verkantingstoename (m)	Totale lengte overgangsboog volgens maximale helling (m)	Clotoide parameter overgangsboog (m)	Totale lengte van de boog (m)	
1	RS		87.697	∞	40	0 JA	∞	0		4	39	53	71	24	nvt
2	B		116.767	213.717	40	88 JA	213.717	88		1	11	15	27	9	184
3	B		208.973	294.843	40	64 JA	294.843	64		2	25	34	544	181	405
4	B		213.723	1837.906	140	126 NEE	1927.046	120		5	187	72	642	214	609
5	RS		1449.605	∞	140	0 JA	∞	0		5	187	72	642	214	nvt
6	B		93.414	321.064	140	720 NEE	1927.046	120		5	187	72	642	214	522
7	RS		2683.826	∞	140	0 JA	∞	0		5	187	72	642	214	nvt
8	B		815.453	963.876	140	240 NEE	1927.046	120		5	187	72	642	214	1244
9	RS		4481.750	∞	140	0 JA	∞	0		5	187	72	642	214	nvt
10	B		50.211	1434.528	140	161 NEE	1927.046	120		5	187	72	642	214	478
11	RS		735.000	∞	140	0 JA	∞	0		3	125	48	959	320	nvt
12	B		876.742	2875.940	140	80 JA	2875.940	80		3	125	48	959	320	1516
13	RS		4080.000	∞	140	0 JA	∞	0		5	187	72	642	214	nvt
14	B		445.392	1162.066	140	199 NEE	1927.046	120		5	187	72	642	214	874
15	RS		1375.000	∞	140	0 JA	∞	0		5	187	72	642	214	nvt
16	B		480.830	1027.041	140	225 NEE	1927.046	120		5	187	72	642	214	909
17	RS		830.000	∞	140	0 JA	∞	0		4	153	59	783	261	nvt
18	B		633.822	2349.862	140	98 JA	2349.862	98		4	153	59	783	261	1156
19	RS		1000.000	∞	140	0 JA	∞	0		4	156	60	141	47	nvt
20	B		24.140	424.140	60	100 JA	424.140	100		4	67	60	141	47	247
21	RS		360.000	∞	60	0 JA	∞	0							nvt

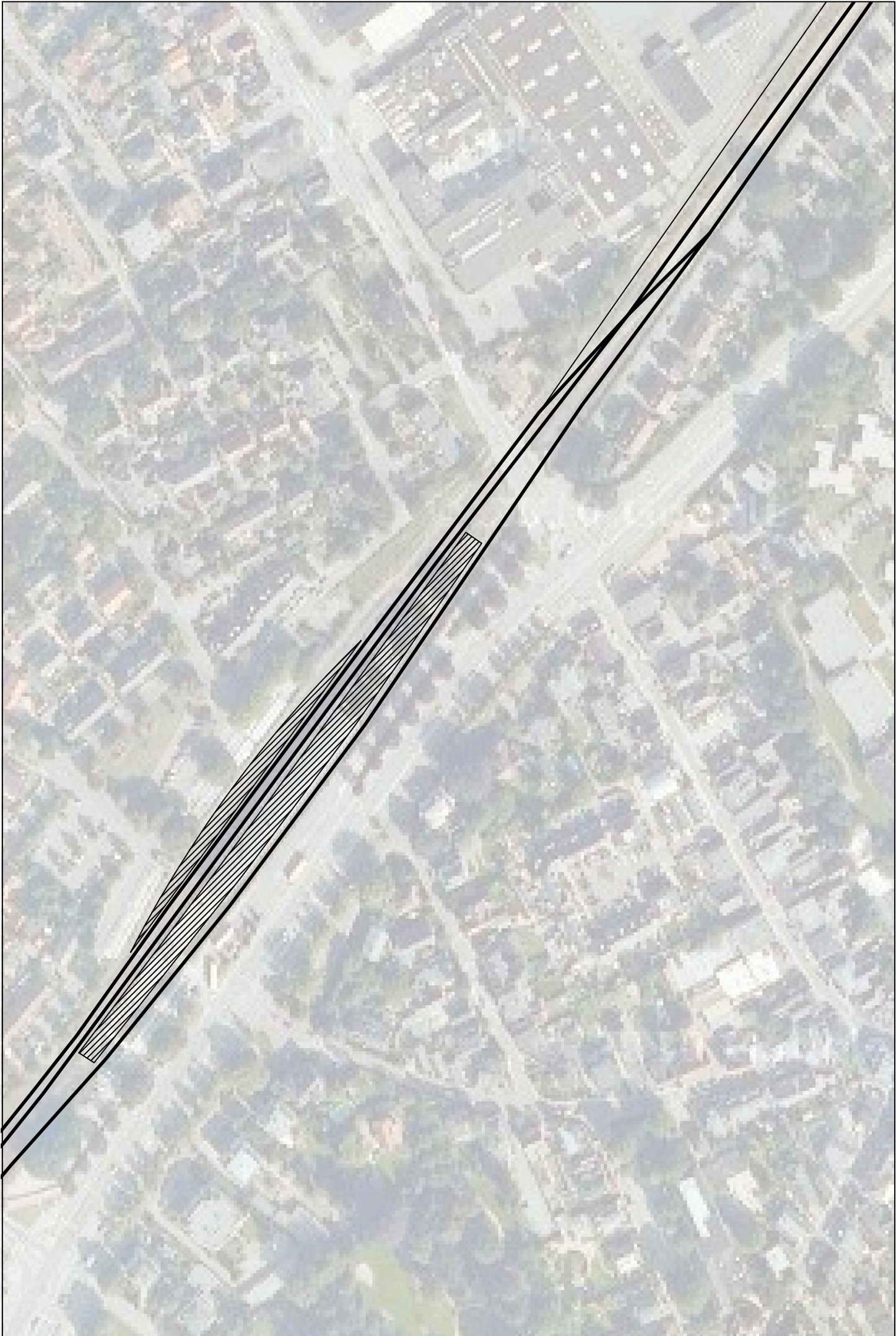


Versie	2.0	Schaaltekening Station Apeldoorn
Versiedatum	2 juni 2010	
Schaal	1:2000	
Tekenaar	Marc Schouvenaars	Boven: huidige situatie Onder: nieuwe situatie
Begeleiders	Ir. P.B.L. Wiggenraad Dr. Ir. R. van Nes	



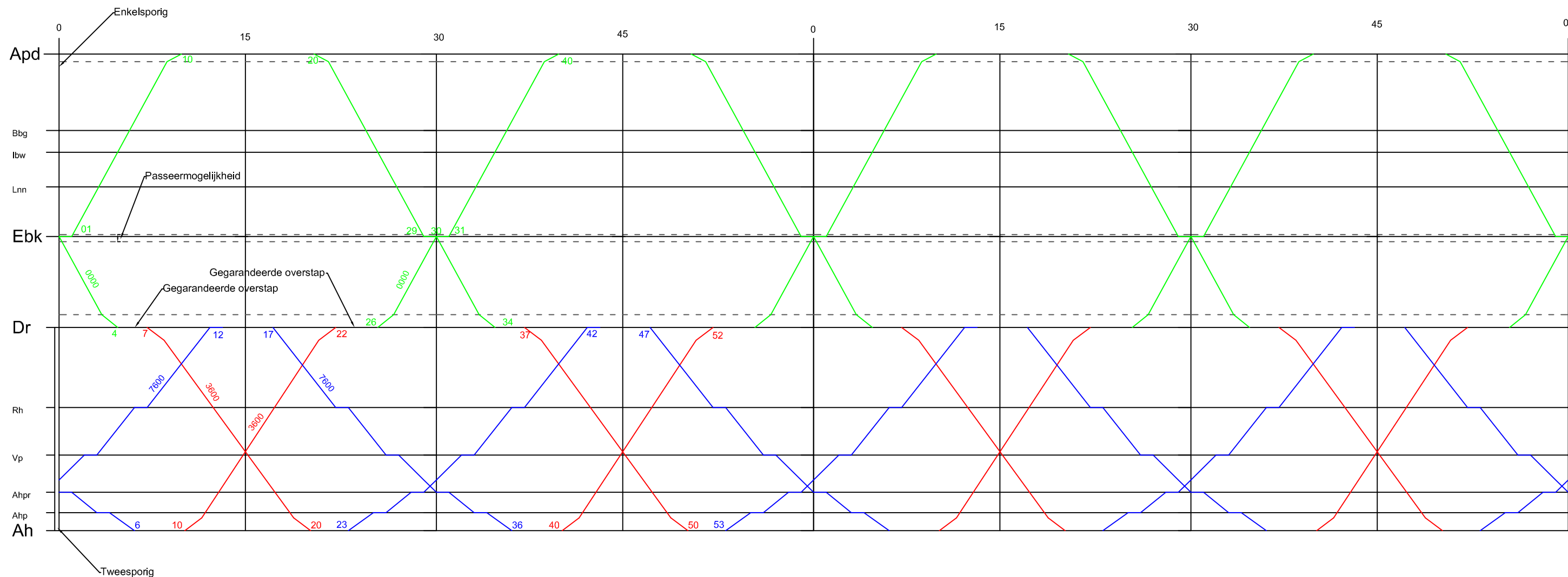


Versie	2.0	Schaaltekening Station Dieren
Versiedatum	2 juni 2010	
Schaal	1:2000	
Tekenaar	Marc Schouwenaars	Links: huidige situatie Rechts: nieuwe situatie
Begeleiders	Ir. P.B.L. Wiggenraad Dr. Ir. R. van Nes	



Legenda schematische en schaaltekeningen

	Geïsoleerd spoor met bovenleiding
	Geïsoleerd spoor zonder bovenleiding
	Ongeïsoleerd spoor met bovenleiding
	Ongeïsoleerd spoor zonder bovenleiding
	Spoornummer
	Perronlengte (vermeld bij perron, voor beide richtingen gelijk)
	Stootjuk/ afsluitantaren
	Stop/ ontspoorblok
	Wissel
	Engels wissel
	Overweg (alleen aangegeven als deze binnen de inrijseinen valt)
	72.356 Dienstregelingspunt



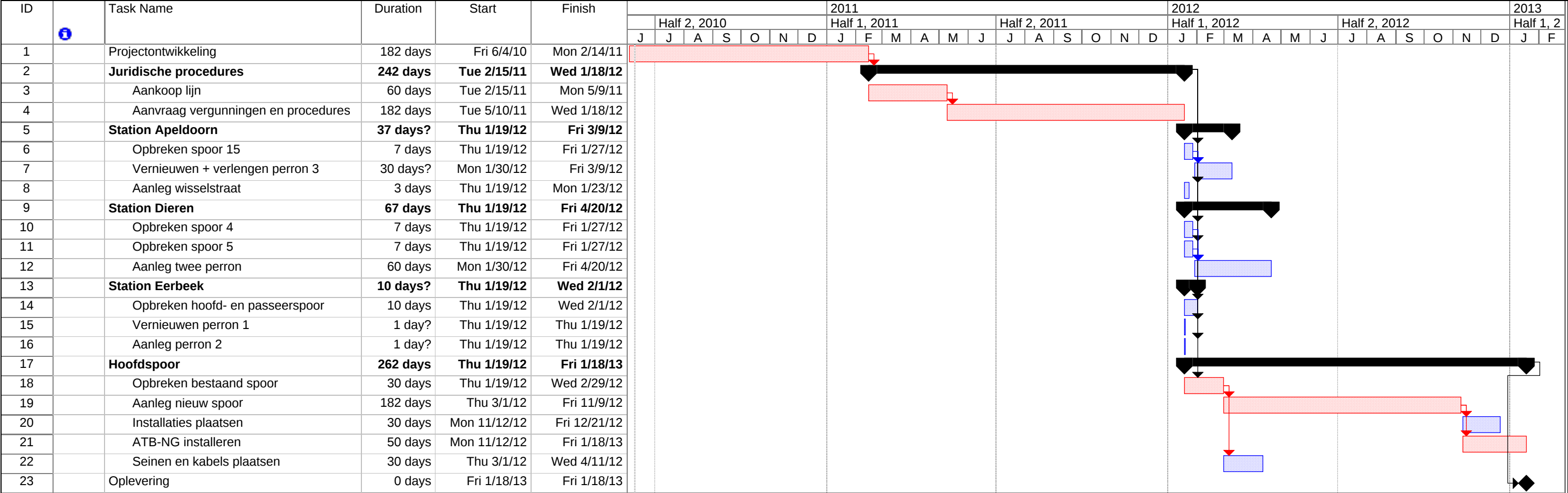
Verklaring van de gebruikte stationsverkortingen:

Ah = Arnhem
Ahp = Arnhem Velperpoort
Ahpr = Arnhem Presikhaaf
Apd = Apeldoorn
Bbg = Beekbergen
Dr = Dieren
Ebk = Eerbeek
lbw = Halte Immenbergweg
Lnn = Loenen
Rh = Rheden
Vp = Velp

Gebruikte treinseries:

0000 = Treindienst Dieren - Apeldoorn
3600 = Intercitydienst Roosendaal - Zwolle
7600 = Sprinterdienst Zutphen - Nijmegen

Versie	2.0	Tijd-wegdiagram Apeldoorn - Arnhem
Versiedatum	2 juni 2010	
Schaal	NVT	
Tekenaar	Marc Schouwenaars	Treindienst Dieren - Apeldoorn
Begeleiders	Ir. P.B.L. Wiggenraad Dr. Ir. R. van Nes	



Project: Bouwplanning.mpp
Date: Wed 6/9/10

Task

Critical Task

Progress

Milestone

Summary

Rolled Up Task

Rolled Up Critical Task

Rolled Up Milestone

Rolled Up Progress

Split

External Tasks

Project Summary

Group By Summary

Deadline

Page 1

Bijlage 3.10a | Investeringsraming heropening museumlijn Apeldoorn - Dieren

Onderdeel	Opmerking	Eenheidsprijs	Eenheid	Aantal	Totale kosten
Projectontwikkeling					
	≈ 10% van de totale projectkosten	€ 3,146,540	-	1	€ 3,146,540
Hoofdspoor					
- Wissels	Verhouding 1:9	€ 112,467	p/s	10	€ 1,124,670
- Wissels	Verhouding 1:1.5,	€ 130,234	p/s	1	€ 130,234
- Spoor	Aanschaf + aanleg	€ 700	p/m	21057	€ 14,739,900
- Voetgangersoverweg	Uni-overweg per meter breedte (5 stuks)	€ 2,036	p/m	3	€ 30,540
- Voetgangersoverweg	Harmelen-overweg per meter breedte (15 stuks)	€ 6,625	p/m	10	€ 993,750
Apeldoorn					
- Verwijderen bestaand spoor	Kosten per strekkende meter spoor	€ 5	p/m	438	€ 2,190
- Wissels	Verhouding 1:9	€ 112,467	p/s	2	€ 224,934
- Wissels	Engels verhouding 1:9	€ 176,800	p/s	5	€ 884,000
- Wissels	Driewegwissel verhouding 1:9	€ 156,000	p/s	1	€ 156,000
- Spoor	-	€ 700	p/m	438	€ 306,600
- Langsperron	Perron van 3,60m diep	€ 1,247	p/m	160	€ 199,520
- Perroninrichting	Kosten per perron	€ 15,000	p/s	1	€ 15,000
Eerbeek					
- Verwijderen bestaand spoor	Kosten per strekkende meter spoor	€ 5	p/m	550	€ 2,750
- Langsperron	Perron van 3,60m diep	€ 1,247	p/m	160	€ 199,520
- Langsperron	Perron van 3,60m diep	€ 1,247	p/m	160	€ 199,520
- Spoor	Passeerspoor	€ 700	p/m	550	€ 385,000
- Perroninrichting	Kosten per perron	€ 15,000	p/s	2	€ 30,000
- Voetgangersoverweg	Uni-overweg	€ 2,018	p/m	3	€ 6,054
Dieren					
- Verwijderen bestaand spoor	Kosten per strekkende meter spoor	€ 5	p/m	400	€ 2,000
- Langsperron	Perron van 3,60m diep	€ 1,247	p/m	160	€ 199,520
- Spoor	Perronspoor	€ 700	p/m	400	€ 280,000
- Perroninrichting	Kosten per perron	€ 15,000	p/s	1	€ 15,000
- Voetgangersoverweg	Uni-overweg	€ 2,018	p/m	3	€ 6,054
- Wissels	Verhouding 1:9	€ 112,467	p/s	2	€ 224,934
Algemeen					
- Verwijderen bestaand spoor	Kosten per strekkende meter spoor	€ 5	p/m	21057	€ 105,285
- Aanbrengen afsterking	€20 per strekkende meter, dus dubbel:	€ 40	p/m	21057	€ 842,280
- Aanbrengen beveiliging	Kosten per strekkende meter spoor	€ 52	p/m	22445	€ 1,167,140

Subtotaal (projectkosten)

! Alle kosten zijn aanschaf van materiaal plus aanlegkosten !

€ 25,618,935

Aanschaf lijn

€ 8,576,500

Onderhoudskosten

-

Totale kosten

€ 34,195,435

Bijlage 3.10b | Kengetallen railbouw

eenheid kosten per eenheid

Overwegen

Bouw overweg type Uni	per m	€ 2,032
Bouw overweg type Harmelen	per m	€ 6,625
Bouw voetgangsoverweg Uni	per m	€ 2,018

Seintechische voorzieningen

Aanleg ATB-EG, ATB-NG, ETCS	per m	€ 51
-----------------------------	-------	------

Spoorconstructies

Verwijderen spoor	per m	€ 5
Spoor (incl. ballast, dwarsliggers en spoorstaven UIC60)	per m	€ 700
Wissel 1:9	per stuk	€ 112,467
Wissel 1:15	per stuk	€ 130,234
Engels wissel 1:9	per stuk	€ 176,800
Drivewegwissel 1:9	per stuk	€ 156,000

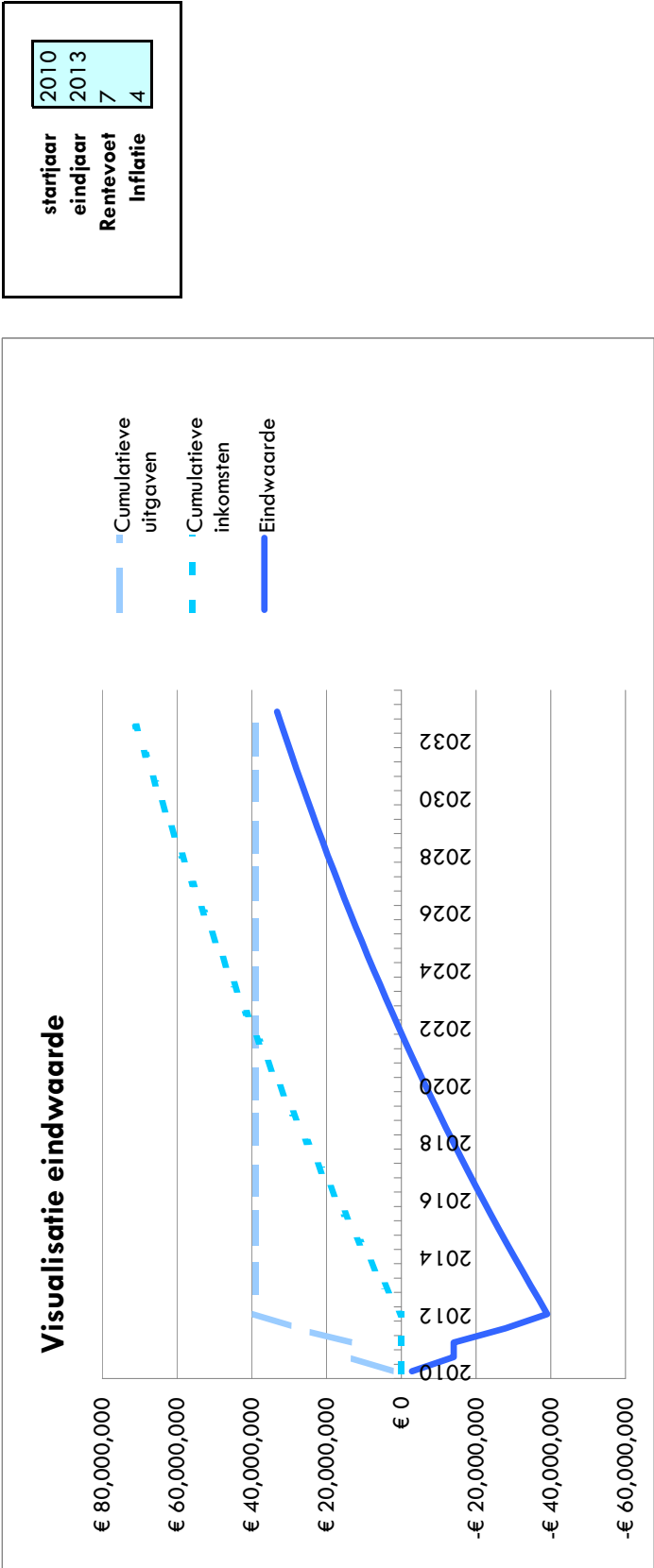
Perronvoorzieningen

Bouw langsperron 3,6m breed	per m	€ 1,247
Bouw eilandperron 5m breed	per m	€ 1,317
Inrichten perron	per m	€ 88

Overig

Afrastering	per m	€ 20
-------------	-------	------

Bijlage 3.11a | Netto Contante Waarde



Gevoeligheidsanalyse

	Rentevoet 5%		Rentevoet 7%		Rentevoet 9%	
	Eindjaar	Laagste eindwaarde	Eindjaar	Laagste eindwaarde	Eindjaar	Laagste eindwaarde
Inflatie 3%	2022	€ -37,459,185.51	2023	€ -38,486,140.19	2024	€ -39,526,870.34
Inflatie 4%	2021	€ -38,032,544.62	2022	€ -39,072,424.14	2023	€ -40,126,154.03
Inflatie 5%	2021	€ -38,610,446.06	2021	€ -39,663,336.94	2022	€ -40,730,153.09

Bijlage 3.11b | Opbrengstenraming heropening museumlijn Apeldoorn - Dieren

Onderdeel
<u>Rijksbijdrage</u>
- Exploitatiebijdrage Rijksoverheid
<u>Gebruikersvergoeding</u>

Opmerking	Eenheidsprijs	Eenheid	Aantal
Bijdrage als fractie van de gebruikersvergoeding	€	5,62 p/km	-
Gebruikersvergoeding per gereden kilometer	€	1,56 p/km	-

<u>Totale inkomsten</u>
-
-

Totale opbrengsten

<u>Toelichting gebruikersvergoeding per half jaar:</u>	
Gebruiksduur van de lijn:	Iedere dag van 06:00 uur tot 00:00 uur
Frequentie op de lijn:	2 treinen per uur
Aantal richtingen:	2
Lengte traject:	21,3 km
Aantal gereden km's per dag:	1533,6
Aantal gereden km's per half jaar:	279115,2

4 Evaluatie en vergelijking

Vaststellen van de onderlinge zwaarte criteria

	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	X
A Prestatie											
A1 Betreft	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5
A2 Betreft op bestaande DEGL	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	5
A3 Onderhoud	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5
A4 Betreft op bestaande DEGL	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	5
A5 Betreft op bestaande DEGL	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	5
B Veiligheid											
B1 Gehoeft	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
B2 Gehoeft	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B3 Gehoeft	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	5
B4 Gehoeft	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C1 Onderhoudsvriendelijkheid	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	3

Bepaling van de weegfactoren

Preferentie	Totaal	Weegfactor
A1 Betreft	18	0.20
A2 Betreft op bestaande DEGL	10	0.11
A3 Onderhoud	10	0.11
A4 Betreft op bestaande DEGL	10	0.11
A5 Betreft op bestaande DEGL	10	0.11
B1 Gehoeft	2	0.04
B2 Gehoeft	0	0.00
B3 Gehoeft	5	0.07
B4 Gehoeft	0	0.00
C1 Onderhoudsvriendelijkheid	6	0.07
Totaal	69	1.00

Bepaling score per variant

	Weegfactor	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
		Score	Score	Score
A1 Betreft	20	5	5	7
A2 Betreft op bestaande DEGL	11	4	5	7
A3 Onderhoud	10	9	5	8
A4 Betreft op bestaande DEGL	10	9	5	8
A5 Betreft op bestaande DEGL	10	9	5	8
B1 Gehoeft	4	5	7	6
B2 Gehoeft	0	0	0	0
B3 Gehoeft	5	7	7	6
B4 Gehoeft	0	0	0	0
C1 Onderhoudsvriendelijkheid	6	8	6	4
Totaal		582.8	601.9	633.7

	Waarde	Kosten	Waarde/kosten ratio	Rangorde
Alternatief 1	582.8	€ 20,000,000	2.91	1
Alternatief 2	601.9	€ 50,000,000	1.20	3
Alternatief 3	633.7	€ 40,884,153	1.55	2

Vaststellen van de onderlinge zwaarte criteria

	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	Σ
A Functionaliteit											
A1 Reistijdwinst		1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
A2 Invloed op bestaande DRGL	0		1	0	0	1	1	1	1	0	5
A3 Uitvoerbaarheid	0	0		0	0	1	1	1	1	1	5
A4 Toekomstgerichtheid	0	1	1		1	1	1	1	1	1	8
A5 Vertragingsgevoeligheid	0	1	1	0		1	1	1	1	1	7
B Omgeving											
B1 Geluidshinder	0	0	0	0	0		1	0	1	0	2
B2 Horizonvervuiling	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
B3 Ruimte	0	0	0	0	0	1	1		0	1	3
B4 Milieubelasting	0	0	0	0	0	0	1	1		0	2
C Beheer											
C1 Onderhoudsvriendelijkheid	0	1	0	0	0	1	1	0			3

Bepaling van de weegfactoren

Schaling weegfactoren	Totaal	Weegfactor
A Functionaliteit		
A1 Reistijdwinst	18	0.20
A2 Invloed op bestaande DRGL	10	0.11
A3 Uitvoerbaarheid	10	0.11
A4 Toekomstgerichtheid	16	0.18
A5 Vertragingsgevoeligheid	14	0.16
B Omgeving		
B1 Geluidshinder	4	0.04
B2 Horizonvervuiling	1	0.01
B3 Ruimte	6	0.07
B4 Milieubelasting	4	0.04
C Beheer		
C1 Onderhoudsvriendelijkheid	6	0.07
Σ	89	1.00

Bepaling score per variant

	Weegfactor	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3	
		Score	SC*WF	Score	SC*WF	Score	SC*WF
A Functionaliteit							
A1 Reistijdwinst	20	5	94.1	5	94.1	7	150.5
A2 Invloed op bestaande DRGL	11	4	44.9	5	56.2	7	78.7
A3 Uitvoerbaarheid	11	9	101.1	7	78.7	8	89.9
A4 Toekomstgerichtheid	18	6	107.9	8	143.8	6	107.9
A5 Vertragingsgevoeligheid	16	5	78.7	6	94.4	4	62.9
B Omgeving							
B1 Geluidshinder	4	8	36.0	8	36.0	4	18.0
B2 Horizonvervuiling	1	7	7.9	4	4.5	6	6.7
B3 Ruimte	7	6	40.4	5	33.7	9	60.7
B4 Milieubelasting	4	7	31.5	6	27.0	4	18.0
C Beheer							
C1 Onderhoudsvriendelijkheid	7	6	40.4	5	33.7	6	40.4
Σ			582.8		601.9		633.7

Bepaling waarde/kosten ratio per variant

	Waarde	Kosten	Waarde/kosten ratio	Rangorde
Alternatief 1	582.8	€ 20,000,000	2.91	1
Alternatief 2	601.9	€ 50,000,000	1.20	3
Alternatief 3	633.7	€ 40,884,153	1.55	2

Alternatieven:

Alternatief 1 = Emperbocht met enkele boog

Alternatief 2 = Emperbocht met dubbele boog (ontwerp Movares)

Alternatief 3 = Heropening museumlijn

Toelichting op de scores:**A1 Reistijdwinst**

Er wordt een cijfer toegekent aan de reistijdwinst door een halvering van de reistijd het cijfer 10 toe te kennen, en geen reistijdwinst een 0. Daartussen is een lineair verloop.

A2 Invloed op bestaande DRGL

Bij alternatief 1 is er relatief veel invloed op de bestaande DRGL, doordat er gemengd gereden wordt op het traject Arnhem – Emperbocht en Emperbocht – Apeldoorn. De inpassing van een extra treinserie heeft veel invloed op de bestaande treinseries.

Bij alternatief 2 is er een extra stuk dubbelspoor (de boog), wat een iets flexibelere dienstregeling toe laat. Er is namelijk een langere pssseermogelijkheid.

Alternatief 3 kent weinig interactie met de bestaande dienstregeling. Enkel de gegarandeerde overstap te Dieren kan er voor zorgen dat vertragingen op de museumlijn doorwerken op het hoofdrailnet en andersom.

A3 Uitvoerbaarheid

De uitvoerbaarheid van alternatief 1 is het meest simpel. Er dient slechts een stuk spoor op maaiveldhoogte met een lengte van 2 km aangelegd te worden. Bij alternatief 2 maakt de fly-over het bouwproces een stuk ingewikkelder. Alternatief 3 is wel omvangrijk, maar niet ingewikkeld. De uitvoerbaarheid is dus goed tot zeer goed.

A4 Toekomstgerichtheid

Toekomstgerichtheid staat gelijk aan het toelaten van hogere intensiteiten. De maximale capaciteit van de alternatieven is dus maatgevend. Alternatief A verbindt een dubbelsporig traject met behulp van een enkele boog met een enkelsporig traject. De maximale capaciteit is 4 treinen per uur per richting. Dit is gelijk aan alternatief, dus deze krijgen beide het cijfer 6. Alternatief 2 omvat ook een dubbelsporige boog waardoor er geen rekening gehouden hoeft te worden met kruisingen en de capaciteit dus veel hoger ligt.

A5 Vertragingsgevoeligheid

De vertragingsgevoeligheid van alternatief 1 ligt laag tot matig. Het betreft een enkelsporig traject, zodat de kruisingen van grote invloed zijn op de punctualiteit op de gehele lijn. Dit geldt ook voor alternatief 3, maar omdat daar ook sprake is van een gegarandeerde aansluiting kan de vertraging ook nog doorwerken op het bestaande net. Alternatief 2 is dubbelsporig uitgevoerd en zal dus niet tot extra vertragingen leiden.

B1 Geluidshinder

Alternatief 1 en 2 liggen op ongeveer gelijke afstand van bebouwing en zullen daarom ook voor ongeveer dezelfde geluidsoverlast zorgen. Echter zijn de mensen die hier wonen al gewend aan de overlast van de lijn Arnhem-Zutphen en Zutphen – Apeldoorn, waardoor de extra overlast van de Emperbocht te verwaarlozen is. Alternatief drie gaat onder andere in Eerbeek en Apeldoorn door de bebouwing heen, wat voor redelijk wat geluidsoverlast kan zorgen.

B2 Horizonvervuiling

Alternatief 1 kent een spoorconstructie op maaiveldhoogte, zonder bovenleiding. Vanaf een afstand zal de verbindingsboog dus niet zichtbaar zijn. De uitvoering met fly-over, alternatief 2, kent echter wel aanzienlijke horizonvervuiling. De fly-over heeft al snel een hoogte van 6 tot 7 meter, waardoor deze wel vanaf een afstand zichtbaar is.

Alternatief 3 ligt ook volledig op maaiveldhoogte en is op de open terreinen dus ook niet zichtbaar. In de beboste gebieden is er helemaal geen sprake van horizonvervuiling.

B3 Ruimtebeslag

Voor de aanleg van alternatief 1 moet er een strook van 2 km lang en 10 meter breed onteigend worden. Deze grond heeft op dit moment agrarische bestemming. Voor alternatief 2 moet er nog een tweede strook van deze afmetingen vergaard worden. Ter plaatse van de Emperbocht zorgt dit voor een versnippering van de grond, waardoor deze minder aantrekkelijk als landbouwgrond. Alternatief 3 vereist geen extra grond, waardoor het ruimtebeslag blijft zoals dat nu is.

B4 Milieubelasting

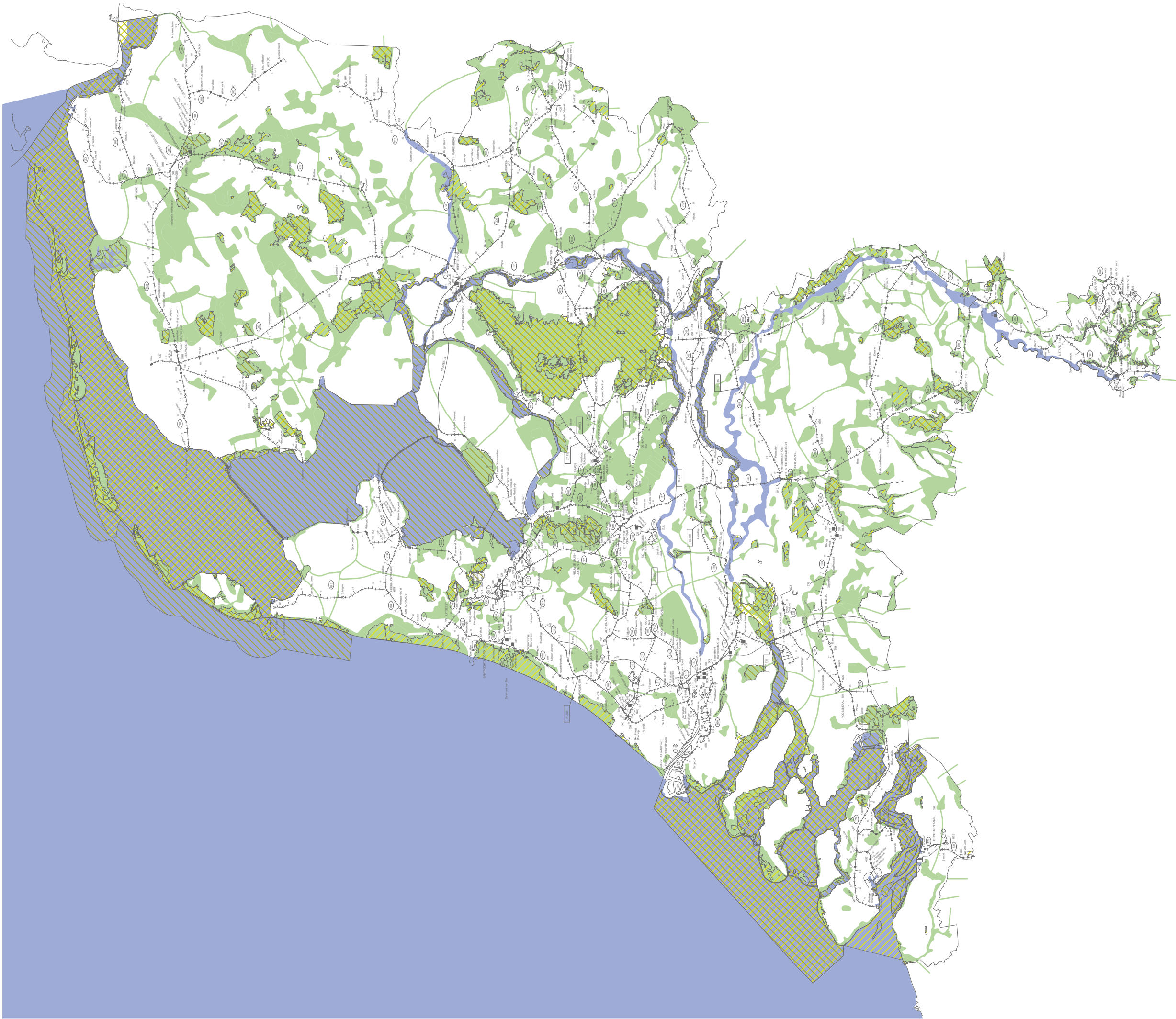
De milieubelasting van alternatief 1 is gering. Er wordt een klein stukje extra spoor aangelegd in een gebied dat al gekenmerkt wordt door het samenkomen van twee andere spoorlijnen. Verder doorkruist de verbinding geen natuurbeschermingsgebied. Hetzelfde geldt voor alternatief 2, maar door het grotere grondgebruik scoort deze variant iets minder. Alternatief 3 doorkruist wel een deel van een natuurbeschermingsgebied, namelijk tussen Loenen en Beekbergen. Dit bosrijke gebied maakt deel uit van natuurpark de Hoge Veluwe. (zie bijlage 5.1)

C1 Onderhoudsvriendelijkheid

Alledrie de alternatieven worden uitgevoerd in standaard spoorconstructies. Deze constructies zijn erg onderhoudsvriendelijk. Alleen bij alternatief 2 vereist de fly-over wat bijkomend onderhoud, waardoor dit alternatief iets lager scoort dan alternatief 1 en 3.

5 Algemene bijlagen

Speciale Beschermingszones EU-vogelrichtlijn, EU-habitatrichtlijn en Ecologische Hoofdstructuur



ProRail

- Aangemelde EU-habitatrichtlijngebieden
- Aangewezen EU-vogelrichtlijngebieden
- kerngebieden/natuurontwikkelingsgebieden land
- kerngebieden/natuurontwikkelingsgebieden water
- ecologische verbindingzones

Opdrachtgever:
ProRail Veiligheid en Milieu
Contactpersoon:
Mariette van Rooij
TEL: 030 235 71 93

Kaartproductie:
ProRail Geo-informatie
Maart 2005

Schaal 1: 500.000

Bron EU-vogelrichtlijngebieden: Ministerie van LNV, directie Natuur, 2004 (concept versie).
Bron EU-habitatrichtlijngebieden: Ministerie van LNV, directie Natuur, 2003
Bron Ecologische Hoofdstructuur: Ministerie van LNV, directie Natuur, 1996

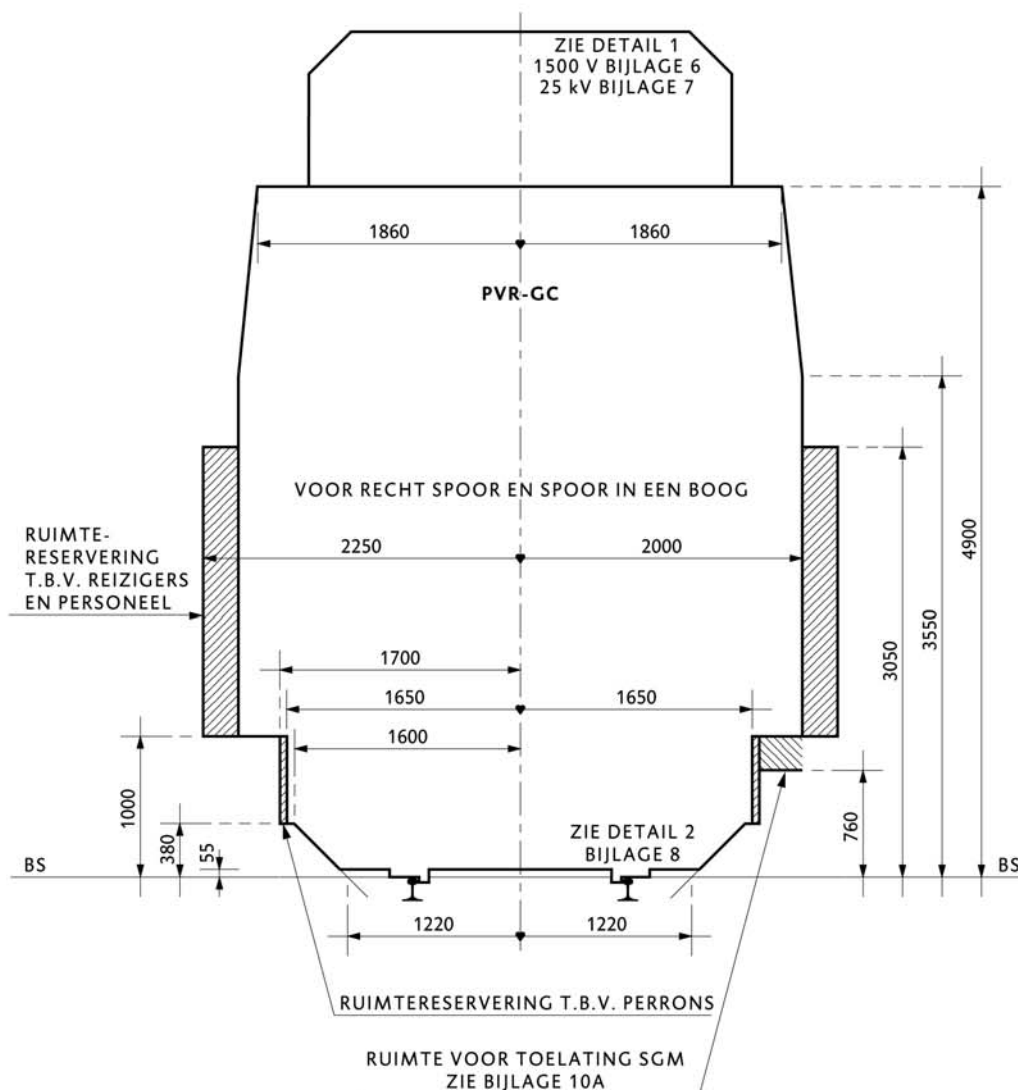


ProRail

Beheer en Instandhouding
Produktbeheer

Profiel van Vrije Ruimte - GC

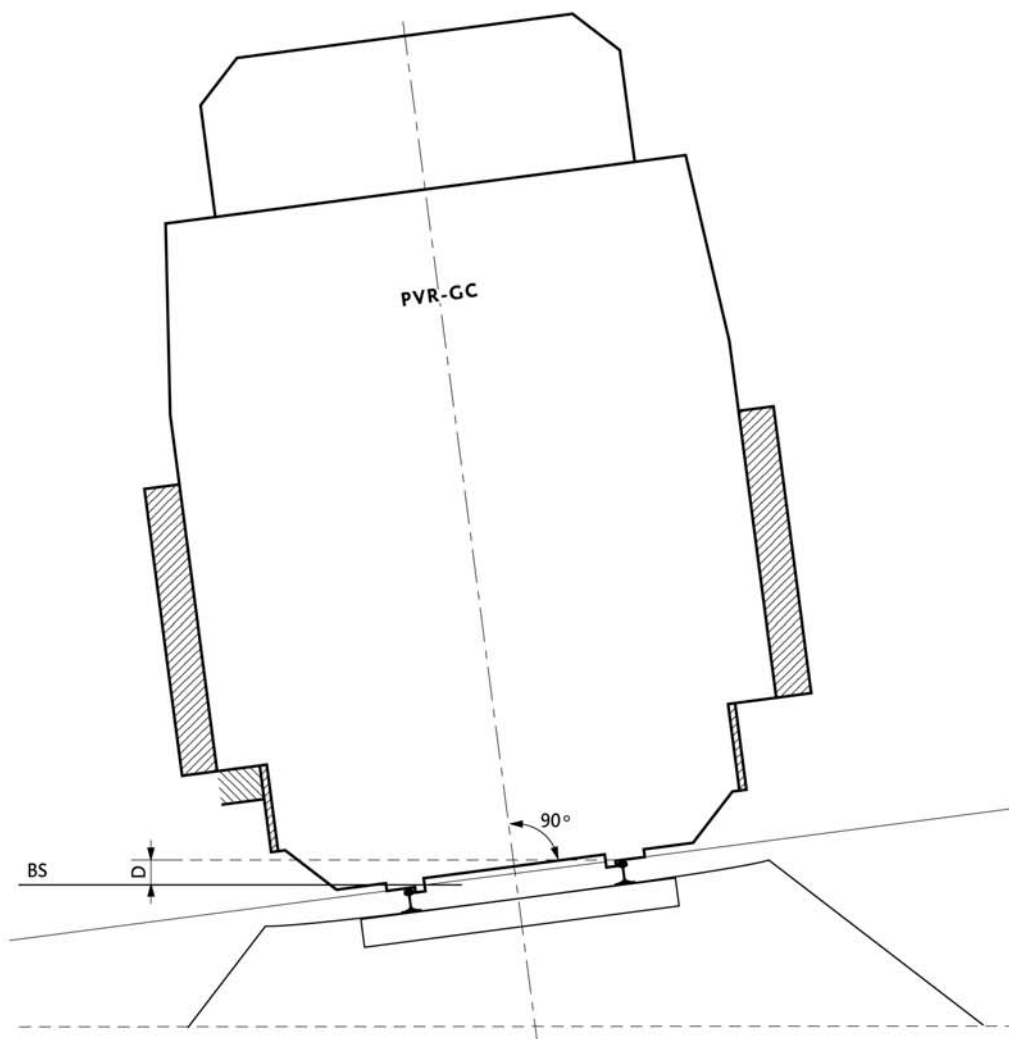
Bijlage 5 maten in mm



PVR-GC

uitgave: 01 januari 2003 / versie: 2003-1

bijlage 5

ProRailBeheer en Instandhouding
Produktbeheer**Profiel van Vrije Ruimte - GC**
bij spoorverkanting**Bijlage 9**
maten in mm

D = verkanting

PVR-GC

uitgave: 01 januari 2003 / versie: 2003-1

bijlage 9