www.rijkswaterstaat.nl

Contactpersoon
Bas Wijnbeld
GPO-BVI
06-15431693
Bas.Wijnbeld@rws.nl

Datum
20 november 2020

Bijlage(n)
0

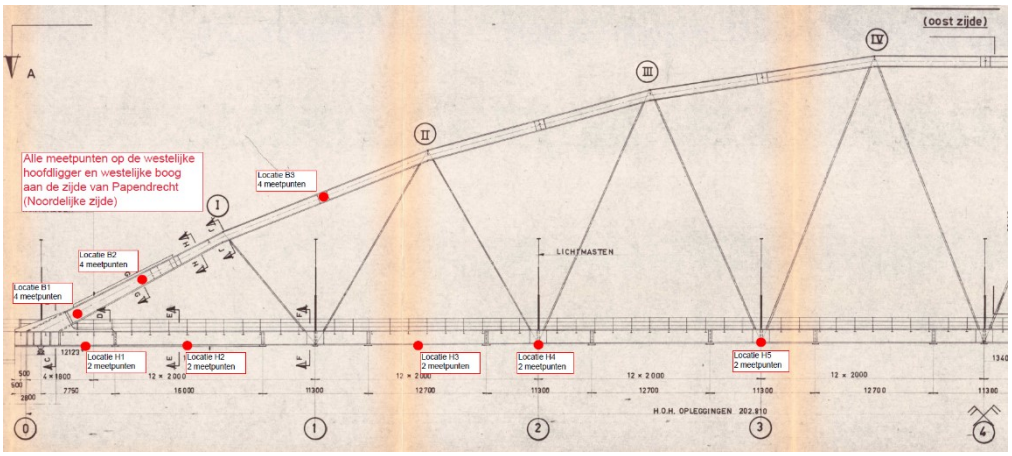
memo

Concept Specificatie Rekmeetprogramma aan de Papendrechtsebrug in de N3

Deze memo bevat een beschrijving van het door Rijkswaterstaat gewenste rekmeetprogramma aan de Papendrechtsebrug, als onderdeel van de constructieve herberekening van deze brug. Deze concept specificatie dient als basis voor de prijsbepaling van het meetprogramma zodat er sprake is van een level playing field tussen de verschillende inschrijvers. Na inleving van Opdrachtnemer in de constructie van de brug dient Opdrachtnemer in overleg met Opdrachtgever en het door Opdrachtnemer gekozen bedrijf dat de metingen uitvoert een definitief plan van aanpak voor een meetprogramma op te stellen, hetgeen vervolgens moet worden uitgevoerd. Eventuele afwijkingen in aantallen of posities van sensoren van deze concept specificatie worden verhoudingsgewijs op basis van het aantal sensoren verrekend als meer- of minderwerk.

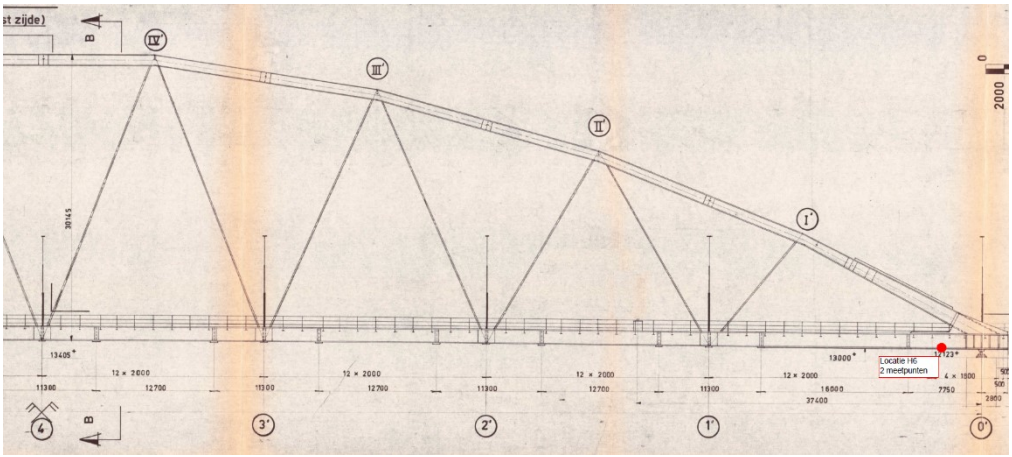
De door RWS voorlopig voorgestelde locaties voor de metingen zijn aangegeven in onderstaande tabellen en figuren. In totaal zijn er 96 rekmetingen, en ter plaatse van de 2 zuidelijke oplegpunten metingen van translaties en rotaties.

Hoofdliggers en Bogen



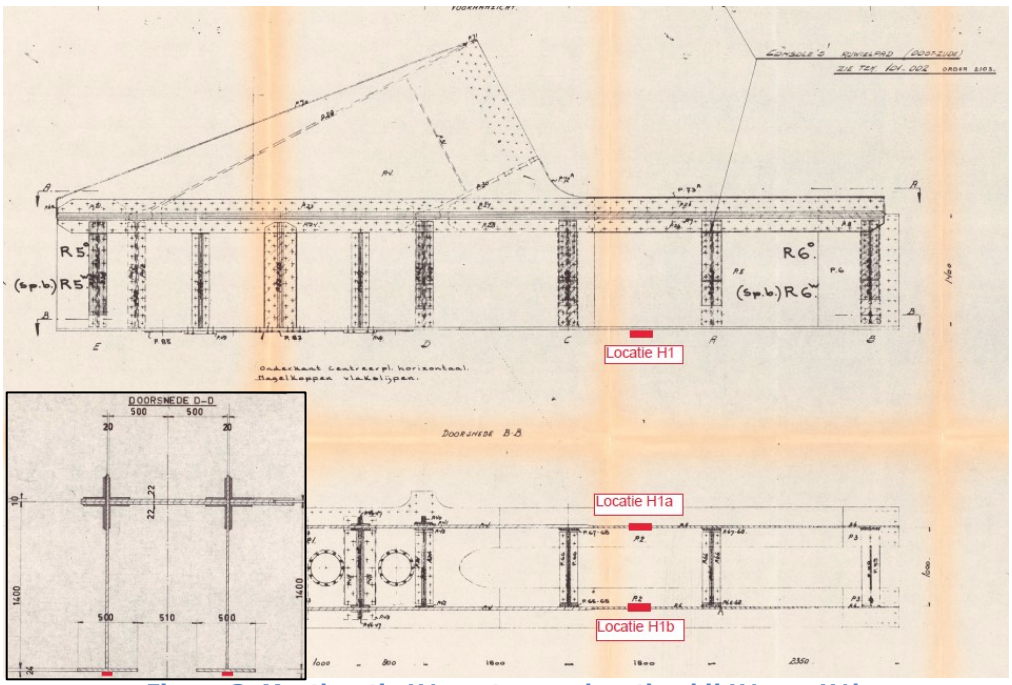
Figuur 1: Meetlocaties op hoofdligger en boog (deel 1)

Op de hoofdliggers van de brug zijn metingen voorzien op 9 locaties. In Figuur 1 zijn locaties H1 t/m H5 getoond welke allen zijn gepositioneerd op de westelijke hoofdligger aan de noordelijke zijde van de brug. In Figuur 2 is locatie H6 te zien. Locatie H7 en H9 zijn hetzelfde als H1 en H6, echter op de oostelijke hoofdligger. Locatie H8 is hetzelfde als H3, maar wederom op de oostelijke hoofdligger.



Figuur 2: Figuur 1: Meetlocaties op hoofdligger en boog (deel 2)

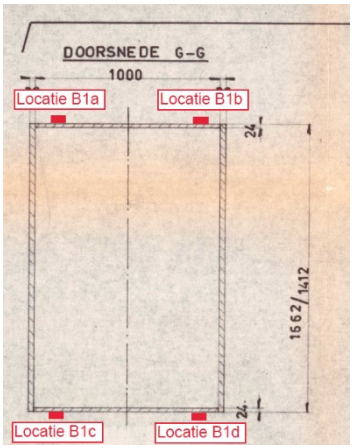
Op iedere meetlocatie op de hoofdliggers dienen 2 reksensoren aangebracht te worden midden onderop de beide onderflenzen van de hoofdligger. Zie figuur 2 voor een voorbeeld voor locatie H1. De andere H locaties zijn vergelijkbaar, echter op een ander punt op een van de hoofdliggers.



Figuur 3: Meetlocatie H1, met een rekmeting bij H1a en H1b

Voor de bogen zijn 3 meetlocaties voorzien, allen op de westelijke boog aan de zijde van Papendrecht (noordelijke zijde van de brug). Onderstaande afbeeldingen geven in meer detail de positionering van de metingen weer.

Op iedere meetlocatie op de westelijke boog dienen 4 reksensoren aangebracht te worden op de uiteindes van de boven en onderflens. Zie Figuur 4 voor een voorbeeld hiervan voor locatie B1. Voor locatie B2 en B3 dienen op dezelfde wijze 4 sensoren aangebracht te worden, echter is locatie B2 nabij het portaal en de aansluiting van hanger 1, en is locatie B3 in het 2e veld van de boog ter plaatse van een aansluiting van een koppelligger in het windverband op de boog. Op deze laatste locatie (B3) is het doel met name om het moment om de zwakke as veroorzaakt door de koppelligger vast te stellen.
In totaal worden dus 30 rekmetingen op de hoofdligger en boog voorzien.



Figuur 4: Meetlocatie B1 op de boog met een rekmeting bij B1a, B1b, B1c en B1d

Tabel 1: Overzicht beoogde locaties rekmetingen hoofdliggers en bogen

Locatie	Referentie
Hoofdliggers	
Westelijke hoofdligger bij noordelijke booggeboorte binnenste onderflens	H1a
Westelijke hoofdligger bij noordelijke booggeboorte buitenste onderflens	H1b
Westelijke hoofdligger 1ste veld binnenste onderflens	H2a
Westelijke hoofdligger 1ste veld buitenste onderflens	H2b
Westelijke hoofdligger 2e veld binnenste onderflens	H3a
Westelijke hoofdligger 2e veld buitenste onderflens	H3b
Westelijke hoofdligger bij aansluiting hanger nr. 3&4 binnenste onderflens	H4a
Westelijke hoofdligger bij aansluiting hanger nr. 3&4 buitenste onderflens	H4b
Westelijke hoofdligger bij aansluiting hanger nr. 5&6 binnenste onderflens	H5a
Westelijke hoofdligger bij aansluiting hanger nr. 5&6 buitenste onderflens	H5b
Westelijke hoofdligger bij zuidelijke booggeboorte binnenste onderflens	H6a
Westelijke hoofdligger bij zuidelijke booggeboorte buitenste onderflens	H6b
Oostelijke hoofdligger bij noordelijke booggeboorte binnenste onderflens	H7a
Oostelijke hoofdligger bij noordelijke booggeboorte buitenste onderflens	H7b
Oostelijke hoofdligger 2e veld binnenste onderflens	H8a
Oostelijke hoofdligger 2e veld buitenste onderflens	H8b
Oostelijke hoofdligger bij zuidelijke booggeboorte binnenste onderflens	H9a
Oostelijke hoofdligger bij zuidelijke booggeboorte buitenste onderflens	H9b
Bogen	
Westelijke boog nabij booggeboorte binnenzijde bovenflens	B1a
Westelijke boog nabij booggeboorte buitenzijde bovenflens	B1b
Westelijke boog nabij booggeboorte binnenzijde onderflens	B1c
Westelijke boog nabij booggeboorte buitenzijde onderflens	B1d
Westelijke boog nabij portaal binnenzijde bovenflens	B2a
Westelijke boog nabij portaal buitenzijde bovenflens	B2b
Westelijke boog nabij portaal binnenzijde onderflens	B2c

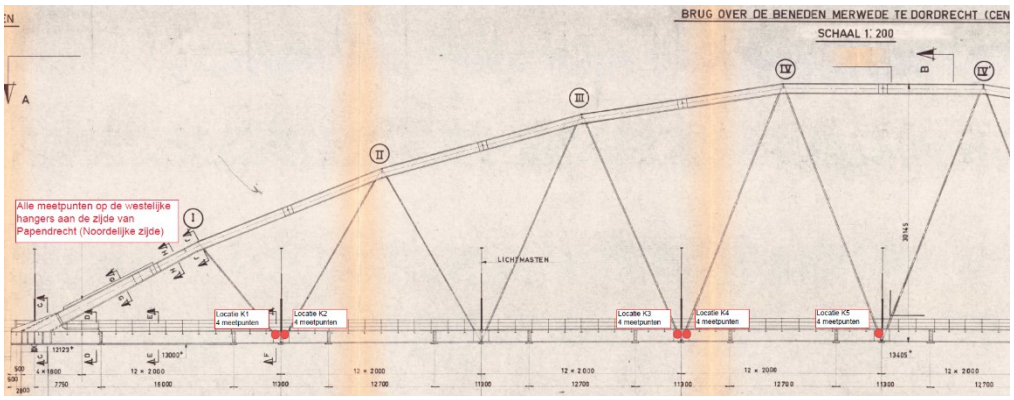
Westelijke boog nabij portaal buitenzijde onderflens	B2d
Westelijke boog 2e veld binnenzijde bovenflens	B3a
Westelijke boog 2e veld buitenzijde bovenflens	B3b
Westelijke boog 2e veld binnenzijde onderflens	B3c
Westelijke boog 2e veld buitenzijde onderflens	B3d

Hangerkabels

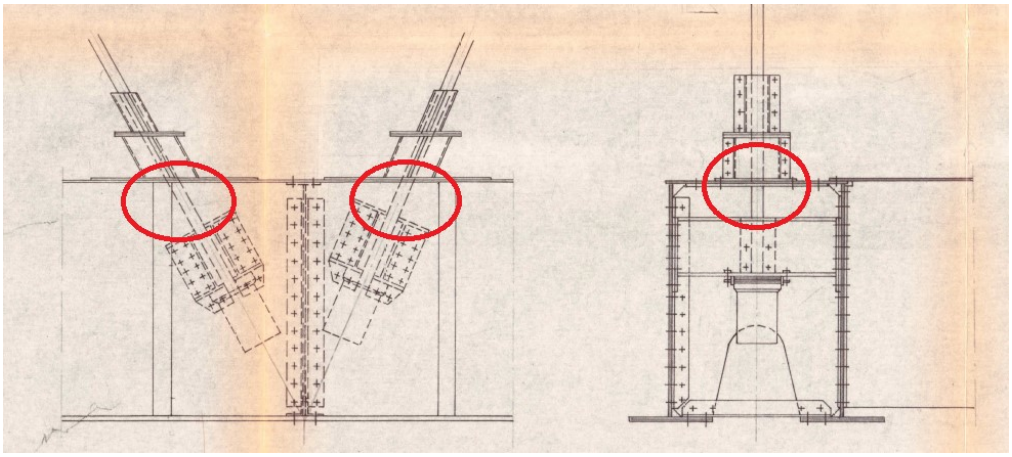
Voor de hangerkabels worden metingen voorzien op 5 hangerkabels aan de westzijde van de brug, aan de zijde van Papendrecht (noordelijke zijde), hanger nr.1, nr.2, nr.5, nr.6 en nr.7 om precies te zijn.

Om de axiaalkracht in de hangers eenvoudig te kunnen onderscheiden van buigende momenten worden 4 rekmetingen per hangerkabel voorzien. Omdat het aanbrengen van een rekmeting op een kabel niet eenvoudig is dient uitgegaan te worden van het aanbrengen van de reksensoren middels een klemconstructie, waarbij 2 ronde klemmen om de kabel worden aangebracht met daartussen parallel aan de hangerkabel de reksensoren (onder voorspanning). Aandachtspunt bij het bepalen van spanning en krachten vanuit deze rekmeting ten opzichte van de andere meetlocaties is dat hierbij de E-modulus van de gehele hangerkabel gebruikt moet worden in plaat van de E-modulus van staal.

Om de installatie zo eenvoudig mogelijk te maken is het idee van RWS om deze metingen onder het dekniveau in de hoofdligger op de kabel aan te brengen. De hoofdligger is open aan de onderzijde en als zodanig makkelijk toegankelijk vanuit de inspectiewagen. De beoogde meetlocaties zijn weergegeven in Figuren 5 t/m 7. Indien gedurende het nadere ontwerp van het meetprogramma blijkt dat de ruimte en kabellengte hier niet voldoende is kunnen de metingen ook op hoogte boven de anti-vandalismebuizen om de kabels aangebracht worden. Dit zorgt echter voor meer hinder voor wegverkeer en is daardoor minder gewenst.



Figuur 5: Meetlocaties op de hangerkabels



Figuur 6: Gebied in de hoofdligger voor metingen aan de hangerkabels



Figuur 7: Nadere detaillering bevestiging metingen aan hangerkabels

Tabel 2: Overzicht beoogde locaties rekmetingen hangerkabels

Locatie	Referentie
Hangerkabels	
Westelijke hangerkabel nr.1 zijde Papendrecht, noordzijde kabel	K1a
Westelijke hangerkabel nr.1 zijde Papendrecht, zuidzijde kabel	K1b
Westelijke hangerkabel nr.1 zijde Papendrecht, oostzijde kabel	K1c
Westelijke hangerkabel nr.1 zijde Papendrecht, westzijde kabel	K1d
Westelijke hangerkabel nr.2 zijde Papendrecht, noordzijde kabel	K2a
Westelijke hangerkabel nr.2 zijde Papendrecht, zuidzijde kabel	K2b
Westelijke hangerkabel nr.2 zijde Papendrecht, oostzijde kabel	K2c
Westelijke hangerkabel nr.2 zijde Papendrecht, westzijde kabel	K2d
Westelijke hangerkabel nr.5 zijde Papendrecht, noordzijde kabel	K3a
Westelijke hangerkabel nr.5 zijde Papendrecht, zuidzijde kabel	K3b
Westelijke hangerkabel nr.5 zijde Papendrecht, oostzijde kabel	K3c
Westelijke hangerkabel nr.5 zijde Papendrecht, westzijde kabel	K3d
Westelijke hangerkabel nr.6 zijde Papendrecht, noordzijde kabel	K4a
Westelijke hangerkabel nr.6 zijde Papendrecht, zuidzijde kabel	K4b

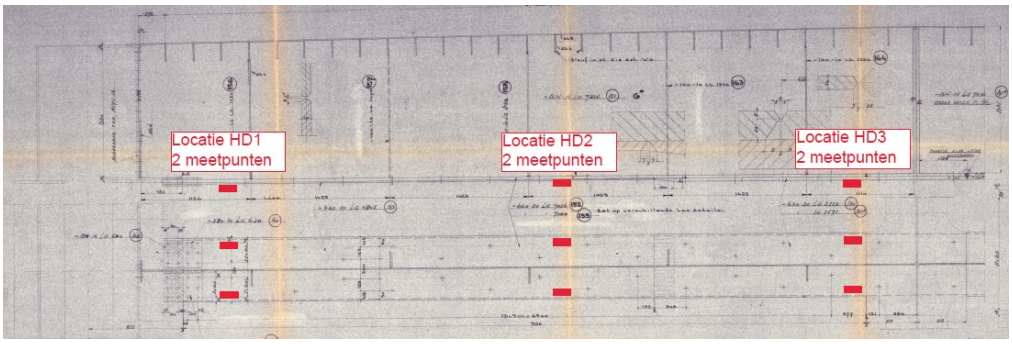
Westelijke hangerkabel nr.6 zijde Papendrecht, oostzijde kabel	K4c
Westelijke hangerkabel nr.6 zijde Papendrecht, westzijde kabel	K4d
Westelijke hangerkabel nr.7 zijde Papendrecht, noordzijde kabel	K5a
Westelijke hangerkabel nr.7 zijde Papendrecht, zuidzijde kabel	K5b
Westelijke hangerkabel nr.7 zijde Papendrecht, oostzijde kabel	K5c
Westelijke hangerkabel nr.7 zijde Papendrecht, westzijde kabel	K5d

In totaal worden dus 20 rekmetingen op de hangerkabels voorzien.

Dwarsdragers, middenligger en kokerligger

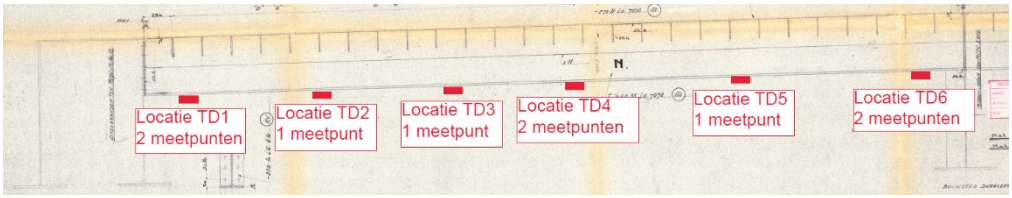
Bij de dwarsdragers is er onderscheid te maken tussen metingen aan een hoofddwarsdrager en tussendwarsdrager. Daarnaast bevindt zich midden onder het rijdek in langsrichting een middenligger en zijn er 2 hoofddwarsdragers bij de oplegpunten gekoppeld tot een kokerligger. Metingen dienen te worden uitgevoerd op een van de hoofddwarsdragers, op een van de tussendwarsdragers, op de middenligger en op een van de kokerliggers.

Voor de metingen aan de hoofddwarsdrager is de 1ste hoofddwarsdrager geselecteerd aan de noordelijke zijde van de brug, ter plaatse van de aansluiting van hanger nr.1 en nr.2 op de hoofdligger (hoofddwarsdragers bevinden zich bij de hangeraansluitingen). De rekmetingen moeten plaatsvinden op 3 locaties op het deel van de hoofdwarsdrager ten westen van de middenligger. Per locatie zijn 2 meetpunten voorzien op beide uiteindes van de onderflens van de hoofddwarsdrager. Zie Figuur 8.



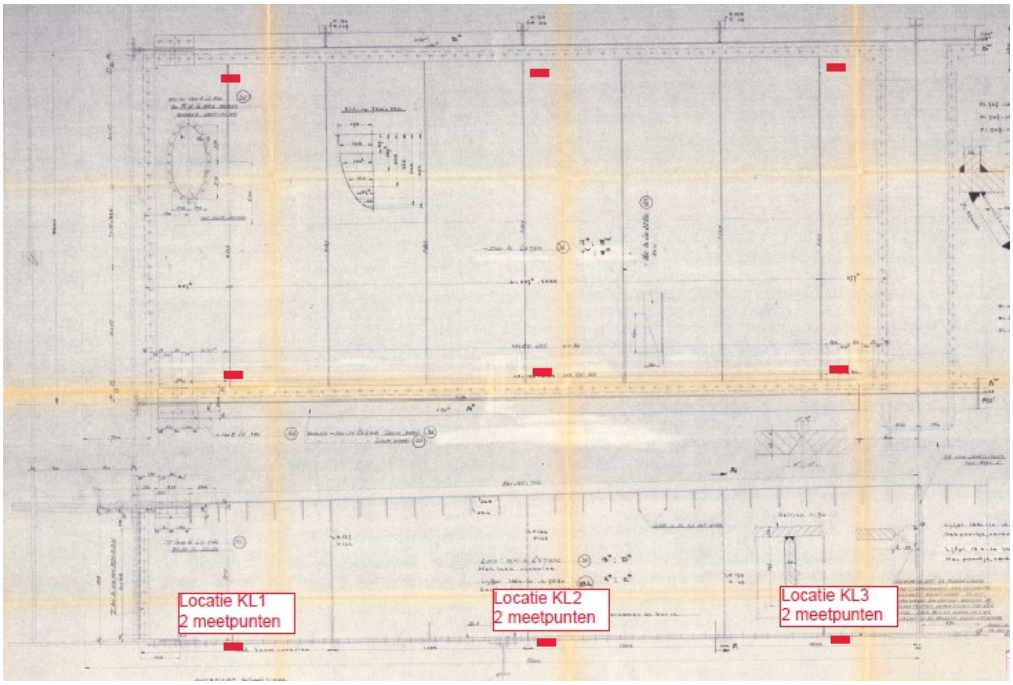
Figuur 8: Meetlocaties op de hoofddwarsdrager

Voor de tussendwarsdrager dienen metingen plaats te vinden op de middelste tussendwarsdrager tussen de eerste hoofddwarsdrager en de kokerligger aan de noordelijke zijde. Dit is 7e tussendwarsdrager geteld van beide zijdes. De meetlocaties op deze tussendwarsdrager bevinden zich aan de westzijde van de middenligger. Voor meetlocatie TD1, TD4 en TD6 zijn 2 meetpunten voorzien, op de beide uiteindes van de onderflens, gelijk aan de hoofddwarsdrager. Voor meetlocatie TD2, TD3 en TD5 is 1 meetpunt voorzien, midden onderop de onderflens. Zie Figuur 9.



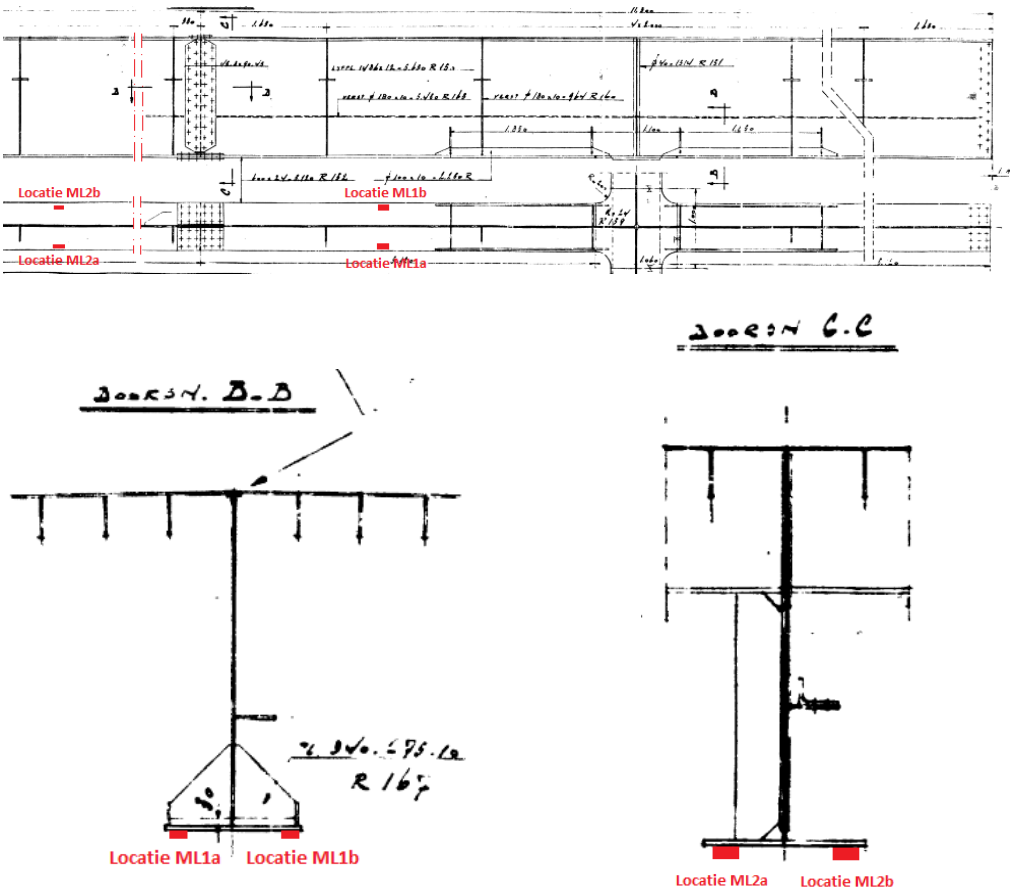
Figuur 9: Meetlocaties op de tussendwarsdrager

De metingen aan de kokerligger nabij de oplegging dienen plaats te vinden aan de noordelijke kokerligger (zijde van Papendrecht), en zijn vergelijkbaar met de metingen aan de hoofddwarsdrager, echter nu op de bodemplaat/onderflens van de kokerligger. Er zijn 3 meetlocaties met ieder 2 meetpunten op de bodem van de kokerligger verdeeld over het deel van de kokerligger ten westen van de middenligger. Zie Figuur 10.



Figuur 10: Meetlocaties op de kokerligger

Op de middenligger zijn rekmetingen op 2 meetlocaties voorzien, een locatie onderop de onderflens nabij het kruispunt tussen middenligger en de eerste hoofddwarsdrager, en een locatie onderop de onderflens midden tussen eerste hoofddwarsdrager en de kokerligger in, dus ter plaatse van de 7e tussendwarsdrager. Op ieder van de meetlocaties zijn 2 meetpunten voorzien op de beide uiteindes van de onderflens van de middenligger. Zie Figuur 11.



Figuur 11: Meetlocaties op de middenligger

Tabel 3: Overzicht beoogde locaties rekmetingen dwarsdragers, middenligger en kokerligger

Locatie	Referentie
Hoofddwarsdrager	
Op onderflens nabij aansluiting hoofdligger, noordzijde	HD1a
Op onderflens nabij aansluiting hoofdligger, zuidzijde	HD1b
Op onderflens halverwege overspanning tot middenligger, noordzijde	HD2a
Op onderflens halverwege overspanning tot middenligger, zuidzijde	HD2b
Op onderflens nabij aansluiting middenligger, noordzijde	HD3a
Op onderflens nabij aansluiting middenligger, zuidzijde	HD3b
Tussendwarsdrager	
Op onderflens nabij aansluiting hoofdligger, noordzijde	TD1a
Op onderflens nabij aansluiting hoofdligger, zuidzijde	TD1b
Op onderflens op 1/6 van de overspanning tot middenligger	TD2
Op onderflens op 1/3 van de overspanning tot middenligger	TD3
Op onderflens halverwege overspanning tot middenligger, noordzijde	TD4a
Op onderflens halverwege overspanning tot middenligger, zuidzijde	TD4b
Op onderflens op 3/4 van de overspanning tot middenligger	TD5

Op onderflens nabij aansluiting middenligger, noordzijde	TD6a
Op onderflens nabij aansluiting middenligger, zuidzijde	TD6b
Kokerligger nabij oplegging	
Op onderflens nabij aansluiting hoofdligger, noordzijde	KL1a
Op onderflens nabij aansluiting hoofdligger, zuidzijde	KL1b
Op onderflens halverwege overspanning tot middenligger, noordzijde	KL2a
Op onderflens halverwege overspanning tot middenligger, zuidzijde	KL2b
Op onderflens nabij aansluiting middenligger, noordzijde	KL3a
Op onderflens nabij aansluiting middenligger, zuidzijde	KL3b
Middenligger	
Op onderflens nabij aansluiting hoofddwarsdrager, westzijde	ML1a
Op onderflens nabij aansluiting hoofddwarsdrager, oostzijde	ML1b
Op onderflens halverwege 1ste hoofddwarsdrager en kokerligger, westzijde	ML2a
Op onderflens halverwege 1ste hoofddwarsdrager en kokerligger, oostzijde	ML2b

In totaal worden dus 25 rekmetingen op de dwarsdrager, kokerligger en middenligger voorzien. Voor deze metingen geldt dat de meetlengte maximaal 10mm is.

Rolopleggingen

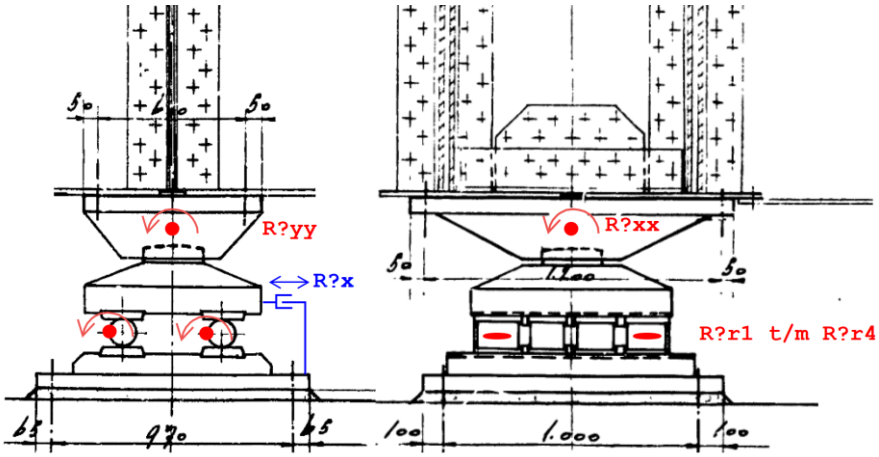
Zowel tijdens de uit te voeren ballastproef als tijdens de continue metingen dienen translaties en rotaties van de hoofdliggers ter plaatse van de beide rolopleggingen op de zuidelijke pijler gemeten te worden, om vast te stellen in welke mate deze opleggingen rollen of op wrijving vast liggen bij passage van verkeer over de brug, en in welke mate de taats boven de rollen zich als scharnier of inklemming gedraagt en/of enige bewegingsvrijheid heeft. Aanvullend hierop dient de rotatie van de rollen zelf gemeten te worden om na te gaan of een translatie van het oplegpunt komt door rotatie of door verschuiving.



Figuur 12: Roloplegging

De keuze voor het type meetinstrument of sensor waarmee deze bewegingen en rotaties worden gemeten is aan de Opdrachtnemer, zo lang de gekozen methode voldoende gevoelig en nauwkeurig is om bewegingen van de orde grootte welke bij passage van een enkele vrachtwagen optreden (rekenkundig te bepalen, OG verwacht een mogelijke translatie van orde grootte 2mm en rotatie op de y-as van 1mrad bij een vrachtwagen van 40-50 ton). De metingen dienen op minimaal

50Hz te worden uitgevoerd met een nauwkeurigheid van maximaal 0,02mm op translaties en 0,01mrad op rotaties. De rotatie van de rollen mogen met een lagere nauwkeurigheid gemeten worden (0,05mrad).
Deze metingen kunnen belangrijke informatie zijn bij het verklaren van verschillen in resultaten tussen het rekenmodel en de meting tijdens de ballastproef. De gevraagde metingen zijn weergegeven in Figuur 13 en Tabel 4.



Figuur 13: overzicht beoogde rekmeetlocaties rolopleggingen

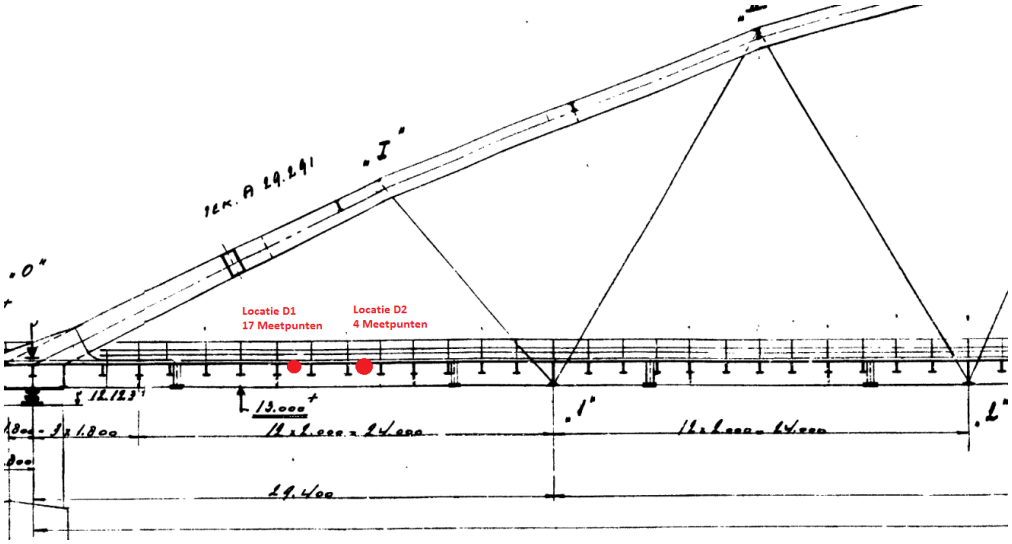
Tabel 4: overzicht beoogde rekmeetlocaties rolopleggingen

Locatie	Referentie
Rolopegging Westzijde	
Translatie onderzadel t.o.v. grondplaat in langsrichting (x-as)	RWx
Rotatie bovenzadel om de langs-as	RWxx
Rotatie bovenzadel om de dwars-as	RWyy
Rotatie van 4 rollen	RWr1 t/m RWr4
Rolopegging Oostzijde	
Translatie onderzadel t.o.v. grondplaat in langsrichting (x-as)	ROx
Rotatie bovenzadel om de langs-as	ROxx
Rotatie bovenzadel om de dwars-as	ROyy
Rotatie van 4 rollen	ROr1 t/m ROr4

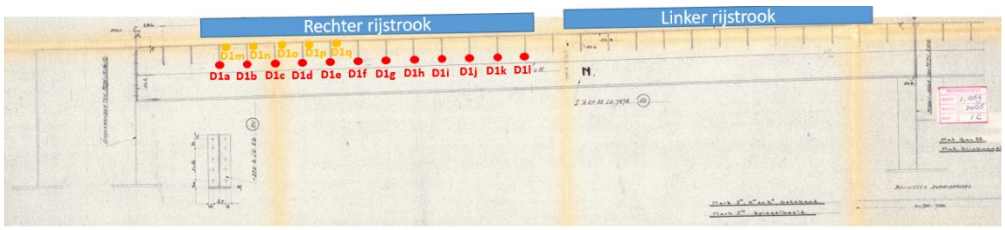
Rijdek

Aan het stalen rijdek zijn rekmetingen voorzien in 2 doorsnedes in het eerste "veld" van de brug tussen het noordelijke oplegpunt en de eerste hangeraansluiting, aan de westzijde van de brug (onder de rijbaan in zuidelijke richting). De eerste doorsnede bevindt zich in het midden tussen de 6e en 7e tussendwarsdrager geteld vanaf de noordelijke kokerligger. Hier bevinden zich 17 meetpunten, waarvan 12 onderop de langsverstijvers (strips) onder het dek en 5 onderop de dekplaat. De metingen onderop de langsverstijvers zijn in lengterichting van de brug, de metingen onderop de dekplaat zijn in dwarsrichting (haaks op de langsverstijvers). De tweede doorsnede bevindt zich in het midden

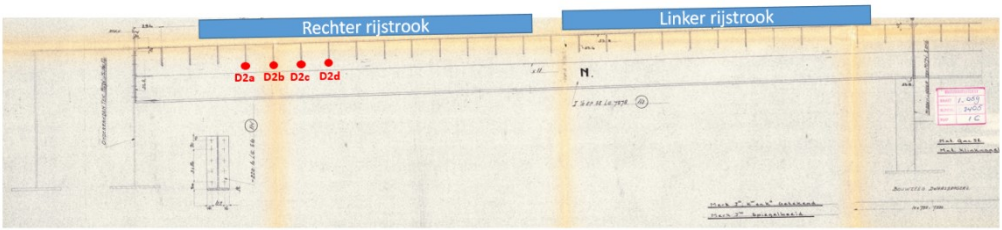
tussen de 8ste en 9de tussendwarsdrager en hier bevinden zich 4 meetpunten onderop langsverstijvers. Zie de onderstaande figuren voor de positionering.



Figuur 14: Meetlocaties op het rijdek



Figuur 15: Meetpunten op Meetlocatie D1



Figuur 16: Meetpunten op Meetlocatie D2

Voor de metingen aan het rijdek (strips en dekplaat) geldt dat de meetlengte maximaal 3mm is.

Tabel 5: Overzicht beoogde locaties rekmetingen rijdek

Locatie	Referentie
Doorsnede 1	
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.1	D1a
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.2	D1b
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.3	D1c
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.4	D1d
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.5	D1e
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.6	D1f
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.7	D1g
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.8	D1h
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.9	D1i
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.10	D1j
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.11	D1k
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.12	D1l
Onderzijde dek rechter rijstrook, nr.1	D1m
Onderzijde dek rechter rijstrook, nr.2	D1n
Onderzijde dek rechter rijstrook, nr.3	D1o
Onderzijde dek rechter rijstrook, nr.4	D1p
Onderzijde dek rechter rijstrook, nr.5	D1q
Doorsnede 2	
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.1	D2a
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.2	D2b
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.3	D2c
Onderzijde langsverstijver rechter rijstrook, nr.4	D2d

In totaal worden dus 21 rekmetingen het rijdek voorzien.