



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Bijlage IV – Ringvaartaquaduct

Analyse van de verkeersveiligheid en de ontwerpopgave



Verkeersveiligheidsanalyse ‘oude’ Ringvaartaquaduct



Datum vrijgave 17 oktober 2018	Beschrijving revisie definitief	Auteur Johannes Hus	Goedkeuring FLOW4 Tim Artz	Goedkeuring IenW / RWS Dirk Jan Kiljan
-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------	----------------------------------	---

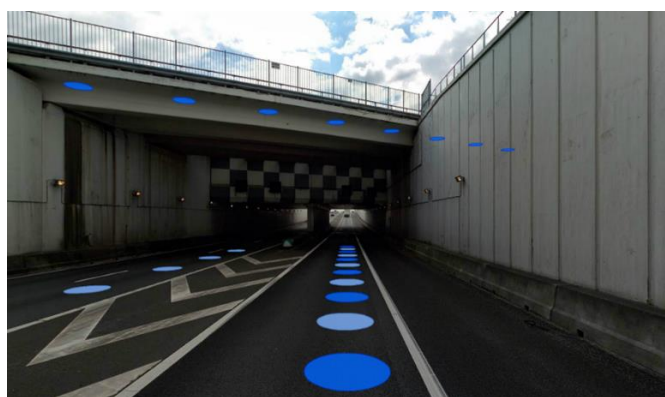
Inhoud

1	Inleiding.....	3
1.1	Aanleiding.....	3
1.2	Deze notitie	3
1.3	Betrokken specialisten en partijen	3
2	Verkeersveiligheid in de nulsituatie	4
2.1	Verkeersongevallenanalyse	4
2.2	Beschrijving van de risicofactoren	6
2.3	Samenvatting risicofactoren.....	8
2.4	Beheersmaatregelen verkeersveiligheid nulsituatie	8
3	Verkeersveiligheid in varianten.....	10
3.1	Verkeersintensiteiten varianten	10
3.2	Referentie / Nulplus	11
3.3	Variant R2 – Huidige Ringvaartaquaduct met daarna verbreding naar 4 rijstroken	11
3.4	Variant R1 – Upgrade bestaand aquaduct naar 2+2 (4) rijstroken	12
3.5	Samenvattend overzicht – onderlinge vergelijking	14
	Bijlage 1 – Vertikaal verloop Ringvaartaquaduct HRR	16
	Bijlage 2 – Dwarsprofiel huidige situatie en Variant R1	17

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het oude Ringvaartaquaduct in de A4, gesitueerd tussen Leiden en knooppunt Burgerveen, is een bekend knelpunt in de verkenning A4 Burgerveen – N14. Het oude aquaduct is 1961 in gebruik genomen. In 2010 is een nieuw aquaduct aangelegd in noordelijke richting (richting Amsterdam) en is het oude aquaduct aangepast om alleen de zuidelijke richting (richting Den Haag) mogelijk te maken, met 3 rijstroken. Een middenwand scheidt deze drie rijstroken in twee rijstroken links en een rijstrook rechts langs de wand. Tot slot geldt dat de doorrijhoogte beperkt is tot 4,20 meter.



In de NRM-verkeersmodellen wordt reeds uitgegaan van uitbreiding naar 4 rijstroken, in beide richtingen. Het oude aquaduct heeft echter niet zomaar voldoende ruimte voor 4 rijstroken, vanwege de beperkte breedte en de aanwezige middenwand.

1.2 Deze notitie

In deze notitie wordt ingegaan op de verkeersveiligheid van het oude Ringvaartaquaduct in de A4 (hoofrijbaan rechts, zuidelijke rijrichting) voor de huidige situatie en bij de diverse varianten.

1.3 Betrokken specialisten en partijen

Deze notitie is tot stand gekomen in nauwe samenwerking met de volgende specialisten en partijen:

- Rijkswaterstaat, GPO Willem-Jan Gieszen (adviseur verkeersveiligheid)
- Rijkswaterstaat, WNN Johan Noordhoff (adviseur verkeersveiligheid)
- Rijkswaterstaat, WNZ Maarten Robijns (adviseur verkeersveiligheid)
- Rijkswaterstaat, PPO René van Alphen (adviseur wegontwerp)
- Rijkswaterstaat, GPO Dirk-Jan Kiljan (technisch manager IPM-team Verkenning A4)
- Antea Group Johannes Hus (verkeersveiligheidsauditor en auteur van deze memo)
- Antea Group Tim Artz (projectmanager MIRT-verkenning A4)
- Goudappel Coffeng Rico Andriesse (verkeersveiligheidsauditor)
- Goudappel Coffeng Carlo Bernards (adviseur verkeer)

2 Verkeersveiligheid in de nulsituatie

Bij het bepalen van de verkeersveiligheid van het aquaduct zijn de volgende analyses uitgevoerd:

- Verkeersongevallenanalyse viastat-online (2014 t/m 2017)
- Incidentenanalyse UDLS Rijkswaterstaat (periode: maart 2013 tot april 2018)
- Beschrijving van de risicofactoren (op basis van wegbeeld / Human factors analyse)

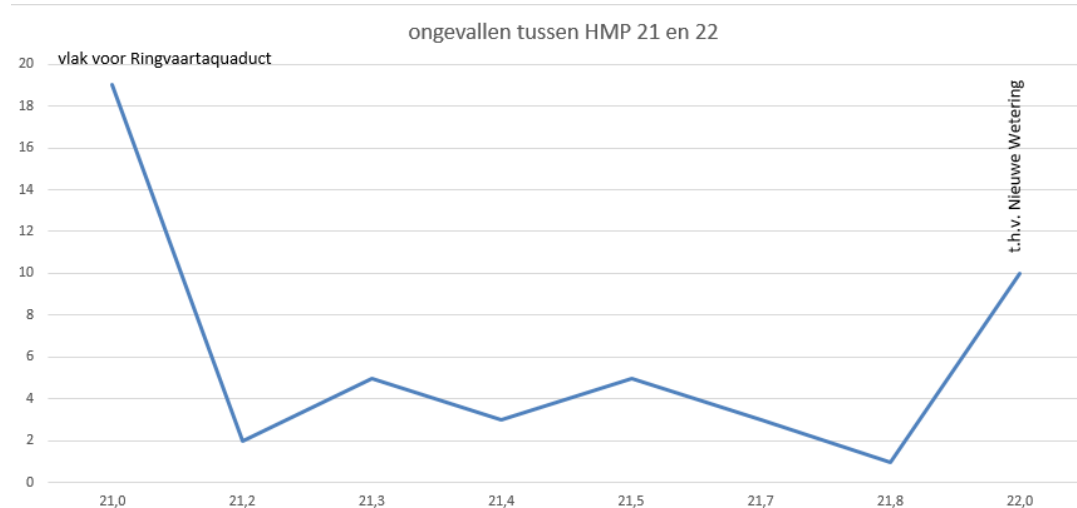
2.1 Verkeersongevallenanalyse

Verkeersongevallen Viastat-online (BRON)

In de periode van 2014 tot en met 2017 hebben op de A4 richting Den Haag tussen de hectometerpalen 21,0 en 22,0 in totaal 48 ongevallen plaatsgevonden (bron: viastatonline). Bij deze aantallen dient opgemerkt te worden dat sprake is van een onder-registratie van 25-50% en dat doorgaans alleen ernstige ongevallen worden geregistreerd.

De kaart, de figuur 2.1 en tabel 2.2 geeft de locatie van deze ongevallen weer.

Hieruit blijkt duidelijk dat kort voor het aquaduct bij hectometerpaal 21,0 sprake is van een ongevallenconcentratie. Dit is het punt waar de rijbaansplitsing naar 2+1 rijstroken voor het aquaduct is. In de verkeersveiligheidsbeoordeling (paragraaf 2.2, punt 1) wordt deze locatie ook beschouwd als risicofactor.



figuur 2-1 – Ongevallen tussen HM 21 en 22

In de tabel 2.1 geeft de toedracht van de ongevallen weer. De in de database geregistreerde informatie per ongeval is op hoofdlijn en geeft beperkt inzicht in de achtergronden van de ongevallen. De éézijdige ongevallen, ongevallen met vast voorwerp of ongevallen 'onbekend' duiden mogelijk op aanrijding met het Ringvaartaquaduct.

tabel 2-1 – Aard van de ongevallen

Aard (omschrijving)	Ongevallen	Partijen	Betrokkenen	Slachtoffers	Gewonden	Doden
Eenzijdig	1	1	1	0	0	0
Flank	2	4	4	0	0	0
Kop/staart	19	52	45	4	4	0
Los voorwerp	1	4	0	0	0	0
Onbekend	22	8	5	2	2	0
Vast voorwerp	3	6	3	0	0	0
Totaal	48	75	58	6	6	0

tabel 2-2 – Aantal ongevallen per hectometer

Hectometer	Ongevallen	Partijen	Betrokkenen	Slachtoffers	Gewonden	Doden
21	19	41	29	1	1	0
21,2	2	0	0	0	0	0
21,3	5	4	4	0	0	0
21,4	3	4	4	2	2	0
21,5	5	8	6	0	0	0
21,7	3	0	0	0	0	0
21,8	1	2	1	0	0	0
22	10	16	14	3	3	0
Totaal	48	75	58	6	6	0

Incidentenanalyse UDLS

Naast de gegevens uit Viastat is ook in de incidentendatabase van de Rijkswaterstaat verkeerscentrales (UDLS) gekeken. Hieruit zijn 419 incidenten gevonden in de periode maart 2013 tot april 2018 voor het traject ter hoogte van het Ringvaartaquaduct (A4-HRR hectometer 20.0 – 22.0). Ter vergelijking: in de tegengestelde richting (A4-HRL hectometer 22.0 – 20.0) zijn over dezelfde periode 240 meldingen gedaan. Van de in totaal 419 meldingen op de A4-HRR is het volgende bekend:

- 104 ongevallen, waarvan tenminste 31 meldingen van aanrijding tegen en klemrijden onder het aquaduct.
- 214 pechgevallen met stilgevallen voertuigen op verschillende locaties.
- 101 overig meldingen aangaande schade aan infra en voorwerpen op de weg.

In de volgende paragraaf wordt op basis van een wegbeeldanalyse een nadere verklaring gegeven van de geconstateerde ongevallen rondom het oude Ringvaartaquaduct.

2.2 Beschrijving van de risicofactoren

Ten aanzien van het huidige wegontwerp en wegbeeldanalyse zijn de volgende veiligheidsrisicofactoren gevonden:

Nr.	Beschrijving	Foto
1	De korte rijbaansplitsing op de doorgaande route. De rijbaansplitsing die noodgedwongen is ontstaan door de pijler in het Ringvaartaquaduct past niet in het wegbeeld van een belangrijke (inter)nationale stroomweg die de A4 is. De rijbaansplitsing wordt (i.v.m. verkeersveiligheid) terecht voor de boog ingezet maar kan ondanks de portaalaanduidingen de indruk wekken dat dit een uitrit of splitsing betreft i.p.v. dat dit onderdeel is van de doorgaande route A4 richting Den Haag. De vormgeving van een splitsing in een hoofdrijbaan past niet in het verwachtingspatroon. Het gewenste gebruik wordt uit de bebording onvoldoende duidelijk voor alle weggebruikers. Dit heeft tijdelijk extra gespeeld toen hier een geel bewegwijzeringsbord stond. Deze situatie levert onzekerheid op bij weggebruikers met als gevolg onnodige remacties waardoor snelheidsverschillen ontstaan en automobilisten verleid worden tot late rijstrookwisselingen, ook over de doorgetrokken rijstrookscheiding en de sergeantsstrepen, mede ingeven door de wisselende tussenafstanden van de sergeantsstrepen. Dit kan leiden tot schrikreacties van overig verkeer en flankongevallen.	
2	De beperkte lage doorrijhoogte van het aquaduct. Het oude Ringvaartaquaduct heeft een doorrijhoogte van 4,20 meter en wijkt daarmee af van het standaard profiel van vrije ruimte bij onderdoorgangen van 4,50 meter (ROA-2017). Dit past niet in het beeld van een belangrijke (inter)nationale stroomwegverbinding. Bij HM 20.1 wordt een max. doorrijhoogte aangegeven van 4,0 meter. - De beperkte lagere doorrijhoogte kan leiden tot knel rijden van vrachtauto's die de hoogte-aanduiding hebben gemist en heeft daarmee het risico op ernstige enkelzijdige ongevallen, verliezen van lading en kopstaartongevallen (dit blijkt ook ongevallen- en incidenten- analyse). - De 4,00 meter hoogte-aanduiding kan onzekerheid opleveren bij vrachtautochauffeurs of hun vrachtauto past. Dit kan leiden tot onzeker rijgedrag en lagere rij snelheid (= snelheidsverschillen met overig verkeer).	
3	De waarneembaarheid van het aquaduct op afstand. De bovenkant van het Ringvaartaquaduct ligt op gelijke hoogte met het omliggende maaiveld. Mede door de combinatie van de voorafgaande linkse boog en de steile toerit naar het aquaduct (het vertikaal alignement, zie punt 5) ligt het Ringvaartaquaduct daardoor redelijk onopvallend in het wegbeeld en kan daardoor laat opgemerkt worden door naderende bestuurders. Dit maakt ook dat de gevaarlijke situatie met de middenpijler pas laat kan worden opgemerkt.	

2.3 Samenvatting risicofactoren

In de voorgaande paragraaf staan de verkeersveiligheidsrisicofactoren rondom het Ringvaartaquaduct benoemd en toegelicht. Samengevat gaat het om de onderstaande belangrijkste risicofactoren. De combinatie/stapeling van deze risicofactoren leidt er toe dat op het traject A4-HRR rond het Ringvaartaquaduct bovengemiddelde veiligheidsrisico's voordoen ten opzichte van de rest van de A4. Dit wordt bevestigd door het ongevallenbeeld. De mogelijke beheersmaatregelen worden in paragraaf 2.4 nader toegelicht.

Nr.	Omschrijving risicofactor	Risicowaardering	Beheersmaatregel
1.	De korte rijbaansplitsing op de doorgaande route.		De rechterbaan een specifieke functie geven, bijvoorbeeld alleen voor vrachtverkeer, zodat een echte splitsing ontstaat.
2.	De beperkte doorrijhoogte van het aquaduct.		- Toepassing hoogtedetectie - Benadrukken hoogte aanduiding
3.	Waarneembaarheid van het aquaduct op afstand.		Aanpassing wegverloop en verticale elementen langs de weg
4.	De lichtsituatie in het aquaduct (donker) en grote lichtovergangen.		- Dynamische verlichting - Lichtere kleuren in aquaduct
5.	De steile hellingen voor en na het Ringvaartaquaduct.		Hellingen aanpassen conform ROA-2017.
6.	De smalle rijstroken in de linker onderdoorgang in combinatie met het ontbreken voldoende objectafstand.		- De linkerbaan gesloten verklaren voor vrachtverkeer - 80 km/uur snelheidsregime
7.	Het ontbreken van een vluchtstrook in de linker onderdoorgang.		- aquaduct wordt bediend object vanuit verkeerscentrale
8.	De smalle vluchtstrook in de rechter onderdoorgang.		Herindeling van het dwarsprofiel.

2.4 Beheersmaatregelen verkeersveiligheid nulsituatie

Bij instandhouding van het huidige Ringvaartaquaduct met de huidige structuur van 2+1 rijstrook (de nulsituatie) zijn verschillende beheersmaatregelen in paragraaf 2.3 benoemd om de verkeersveiligheid te verbeteren. Het effect en haalbaarheid daarvan staat in deze paragraaf.

Nr.	Beheersmaatregel	Effect op verkeersveiligheid / haalbaarheid
1.	De rechterbaan een specifieke functie geven, bijvoorbeeld alleen voor vrachtverkeer, zodat een echte splitsing ontstaat.	Het aandeel vrachtverkeer is relatief laag. De oplossing heeft te grote consequenties voor verkeersafwikkeling voor overig verkeer dat dan alleen gebruik mag maken van de linker onderdoorgang. Doordat zodoende een filekiem wordt gecreëerd, worden andere veiligheidsrisico's geïntroduceerd.
2	Toepassing hoogtedetectie	Dit is uitvoerbaar en onzekerheid bij vrachtautochauffeurs en het risico op klemrijden van vrachtauto's wordt zodoende verkleind. Maar de beperkte doorrijhoogte blijft bestaan, en het past niet in het beeld van een belangrijke internationale stroomweg als de A4.
	Benadrukken hoogte aanduiding	
3.	Zichtbaarheid van het aquaduct op afstand vergroten door verticale elementen langs de weg.	Het aquaduct op afstand langzaam in te leiden met verticale elementen (bijvoorbeeld begroeiing) in de wegberm is beperkt doeltreffend.
	Zichtbaarheid van het aquaduct op afstand vergroten door aanpassing vertikaal wegverloop.	Het alleen toepassen van flauwere hellingen (ruimere topbogen en hellingspercentage verkleinen) is een relatief grote ingreep en heeft beperkt effect op de zichtbaarheid op afstand. De slechte zichtbaarheid

		wordt vooral bepaald door de linkse boog (horizontaal verloop).
	Zichtbaarheid van het aquaduct op afstand vergroten door aanpassing horizontaal wegverloop.	Dit leidt i.c.m. aanpassing vertikaal verloop tot een verbetering van de zichtbaarheid op afstand, maar kan daardoor mogelijk snelheid opdrijvend zijn, waardoor het totale effect voor de verkeersveiligheid ook weer wordt gedempt. Daarbij heeft de aanpassing/verleggen van deze bocht verstrekende ruimtelijke gevolgen en vraagt daardoor een grote investering voor een beperkt totaaleffect op de verkeersveiligheid.
4.	Verbetering van de verlichting. Mogelijk in de vorm van dynamische verlichting waarbij de lichtsterkte wordt aangepast aan de weer- en lichtomstandigheden, zodat de onderdoorgang bij het Ringvaartaquaduct minder lichtverschillen oplevert en de weggebruiker de situatie en gevarenpunten eerder in zich op kan nemen en daar veiliger rijgedrag aan kan koppelen.	Deze maatregelen zijn goed realiseerbaar en verhoogd de oriëntatie van weggebruikers vóór en in het aquaduct, waardoor onzeker rijgedrag (snelheidsverschillen) en risico op aanrijdingen met aquaduct of andere weggebruikers wegens smaller rijstroken iets verkleind.
	Lichtere kleuren gebruiken voor de wanden en het plafond van het aquaduct, zodanig dat er ook duidelijke kleurverschillen zijn tussen voor de weggebruiker belangrijke elementen, zodat deze elementen (bijvoorbeeld de rimob) duidelijker herkenbaar zijn.	
5.	Hellingen aanpassen conform ROA-2017.	Het toepassen van flauwere hellingen (ruimere topbogen en hellingspercentage verkleinen) is een relatief grote ingreep. Effect op de verkeersveiligheid is aanwezig maar relatief klein. (zie ook nr. 3)
6/7	De linkerbaan gesloten verklaren voor vrachtverkeer	Is uitvoerbaar, maar heeft beperkt effect op de verkeersveiligheid omdat een groot deel van het vrachtverkeer uit 'eigen beweging' rechts blijft rijden.
	80 km/uur snelheidsregime	Is uitvoerbaar, maar met deze maatregel ontstaan verschillende snelheidsregimes kort achter elkaar, met als gevolg dat door remacties een filekiem wordt gecreëerd. Met de filekiem worden nieuwe veiligheidsrisico's geïntroduceerd. Daar past 80 km/uur niet in het beeld van een belangrijke internationale stroomweg als de A4.
	aquaduct voorzien van verkeerssystemen (wordt bediend object vanuit verkeerscentrale)	Is uitvoerbaar, maar heeft vooral een positief effect op de tweede orde veiligheidsrisico's die in deze notitie minder/niet aan de orde komen.
8.	Herindeling van het dwarsprofiel, en verruiming vluchtstrook naar 3,50 meter.	Herindeling van het dwarsprofiel is mogelijk, maar heeft een minimaal effect op de verkeersveiligheid (het risicopunt is ook niet heel groot gelet op de brede rijstrook daar)

Resumé oplossend vermogen beheersmaatregel

Met de voornoemde maatregelen kan de verkeersveiligheidssituatie per saldo iets verbeterd worden, maar de situatie met de rijbaansplitsing, de beperkte doorrijhoogte, de smalle rijstroken in de rechter onderdoorgang en de verschillende snelheidsregimes (bij beheersmaatregel 80 km/uur) blijft een veiligheidsrisico dat met de verwachte jaarlijkse autonome groei van de intensiteiten groter wordt. Met de toenemende intensiteiten op de A4 en de hogere wegcapaciteit stroomopwaarts is hier sprake van een potentiële filekiem die kan leiden tot terugslag naar het knooppunt Burgerveen, met de daarbij horende risico's voor de verkeersveiligheid. Daarbij komt dat voornoemde situatie niet past bij een belangrijke (inter)nationale stroomweg als de A4.

3 Verkeersveiligheid in varianten

In overleg met Rijkswaterstaat worden drie mogelijk toekomstige situaties rondom het Ringvaartaquaduct beschouwd, zonder grootschalige aanpassingen aan het 'oude' Ringvaartaquaduct:

- **Referentie - Nulplus variant**
 - De A4 blijft 3 rijstroken houden, dus behoud huidige situatie.
 - Nulplus met beheersmaatregelen verkeersveiligheid rond Ringvaartaquaduct.
- **Variant R2**
 - Gedeeltelijke verbreding van de A4 met één rijstrook tussen het Ringvaartaquaduct en N14. De A4-west is vanaf het Ringvaartaquaduct 4 rijstroken.
 - Ter hoogte van het Ringvaartaquaduct 2+1 (3) rijstroken.
- **Variant R1**
 - Volledige verbreding van de A4 met één rijstrook tussen Burgerveen en de N14
 - Ter hoogte van het Ringvaartaquaduct 2+2 (4) rijstroken.

3.1 Verkeersintensiteiten varianten

In de huidige situatie (2017) rijden er ter hoogte van het Ringvaartaquaduct circa 68.000 mvt/etmaal op de A4 richting zuid. Uit het NRM-verkeersmodel blijkt dat de intensiteiten in de referentie (2030) met 17% toenemen tot bijna 80.000 mvt/etmaal. In de varianten R2 en R1 zien we een verdere toename van de verkeersintensiteiten met respectievelijk 4% en 9%. Hieruit blijkt dat de grootste toename niet wordt veroorzaakt door varianten (waarbij wordt uitgegaan van verbreding van de A4 van 2x3 naar 2x4) maar vooral een gevolg is van de autonome ontwikkelingen in het referentiejaar.

Tabel 3-1 Verkeersintensiteiten A4-HRR ter hoogte van het Ringvaartaquaduct (rijrichting zuid)

	intensiteiten (m.v.t./etmaal)	toename t.o.v. huidig	toename t.o.v. referentie 2030
2017 – huidige situatie (inweva)	68.050	-	-
2030 – Referentie / Nulplus	79.750	17%	-
2030 – Variant R2	82.700	22%	4%
2030 – Variant R1	87.100	28%	9%

3.2 Referentie / Nulplus

In de referentiesituatie (2030) zonder aanpassing van de A4 (deze blijft dus 3 rijstroken) en bij instandhouding van het huidige Ringvaartaquaduct blijven de risico zoals gevonden in de huidige situatie zich voordoen (zie paragraaf 2.2). De risico's nemen toe ten opzichte van de huidige situatie vanwege de groei van het verkeer. Eventuele verbetermaatregelen zoals verwoord in paragraaf 2.4 kunnen de verkeersveiligheidssituatie ter plaatse iets verbeteren, maar de situatie met de rijbaansplitsing blijft een veiligheidsrisico waarbij met de verwachte jaarlijkse autonome groei van de intensiteiten de kans op ongevallen eerder toeneemt dan afneemt. Daarbij komt dat een rijbaansplitsing als deze past niet in het beeld van een belangrijke (inter)nationale stroomweg als de A4.

Tabel 3-2 Veiligheidsrisico's rond Ringvaartaquaduct in de referentie - Nulplus

Nr.	Omschrijving risicofactor	Risicowaardering	Beheersmaatregel
1.	De korte rijbaansplitsing op de doorgaande route		De rechterbaan een specifieke functie geven, bijvoorbeeld alleen doelgroepen, zodat een echte splitsing ontstaat
2.	De beperkte doorrijhoogte van het aquaduct		- Toepassing hoogtedetectie - Benadrukken hoogte aanduiding
3.	Waarneembaarheid van het aquaduct op afstand		Aanpassing wegverloop en verticale elementen langs de weg
4.	De lichtsituatie in het aquaduct (donker) en grote lichtovergangen		- Dynamische verlichting - Lichtere kleuren in aquaduct
5.	De steile hellingen voor en na het Ringvaartaquaduct.		Hellingen aanpassen conform ROA-2017.
6.	De smalle rijstroken in de linker onderdoorgang in combinatie met het ontbreken voldoende objectafstand.		- De linkerbaan gesloten verklaren voor vrachtverkeer - 80 km/uur snelheidsregime - aquaduct voorzien van verkeerssystemen (wordt bediend object vanuit verkeerscentrale)
7.	Het ontbreken van een vluchtstrook in de linker onderdoorgang.		
8.	De smalle vluchtstrook in de rechter onderdoorgang		Herindeling van het dwarsprofiel.

3.3 Variant R2 – Huidige Ringvaartaquaduct met daarna verbreding naar 4 rijstroken

Traject A4 Burgerveen – Ringvaartaquaduct vormt bottleneck

In Variant R2 blijft het oude Ringvaartaquaduct in zuidelijke richting 3 rijstroken behouden en start de A4 ná het Ringvaartaquaduct met 4 rijstroken. Dit resulteert er in dat de A4 uitsluitend op het traject

Burgerveen – Ringvaartaquaduct voorziet in drie rijstroken, terwijl het voorafgaande traject voorziet in 2+3 rijstroken en het traject na het Ringvaartaquaduct voorziet in 4 rijstroken. Door de ca. 20% hogere verkeersintensiteiten die in deze variant (in zuidelijke richting) worden verwacht zal dit traject in toenemende mate een bottleneck/filekiem vormen waardoor nieuwe veiligheidsrisico's op het traject knooppunt Burgerveen – Ringvaartaquaduct worden geïntroduceerd, die zich in de spitsperiode met congestievorming vooral rond knooppunt Burgerveen zullen manifesteren. Buiten de spitsperiode zal zich dat voordoen rond het splitsingspunt voor het Ringvaartaquaduct.

Naast voorstaand verkeersveiligheidsrisico, gelden ook nog de verkeersveiligheidsrisico's zoals geconstateerd voor de huidige situatie. Voor deze gevonden risicofactoren geldt dat door de hogere verkeersintensiteiten op deze rijbaan de risicowaardering verder toeneemt.

Tabel 3-3 Veiligheidsrisico's rond Ringvaartaquaduct in R2

Nr.	Omschrijving risicofactor	Risicowaardering	Beheersmaatregel
1.	De korte rijbaansplitsing op de doorgaande route		De rechterbaan een specifieke functie geven, bijvoorbeeld alleen doelgroepen, zodat een echte splitsing ontstaat.
2.	De beperkte doorrijhoogte van het aquaduct		- Toepassing hoogtedetectie - Benadrukken hoogte aanduiding
3.	Waarneembaarheid van het aquaduct op afstand		Aanpassing wegverloop en verticale elementen langs de weg
4.	De lichtsituatie in het aquaduct (donker) en grote lichtovergangen		- Dynamische verlichting - Lichtere kleuren in aquaduct
5.	De steile hellingen voor en na het Ringvaartaquaduct.		Hellingen aanpassen conform ROA-2017.
6.	De smalle rijstroken in de linker onderdoorgang in combinatie met het ontbreken voldoende objectafstand.		- De linkerbaan gesloten verklaren voor vrachtverkeer - 80 km/uur snelheidsregime
7.	De smalle vluchtstrook in de rechter onderdoorgang		- aquaduct voorzien van verkeerssystemen (wordt bediend object vanuit verkeerscentrale)
8.	De smalle vluchtstrook in de rechter onderdoorgang		Herindeling van het dwarsprofiel.
9.	Traject A4 Burgerveen – Ringvaartaquaduct vormt bottleneck/flessenhals: met filekiem in/bij het Ringvaartaquaduct		Verbreden naar 2+2 (Variant R1)

3.4 Variant R1 – Upgrade bestaand aquaduct naar 2+2 (4) rijstroken

Bij de instandhouding van het Ringvaartaquaduct maar met inpassing van 2+2 rijstroken (dus extra rijstrook aan de rechterzijde) wordt de verkeersafwikkeling bij knooppunt Burgerveen verbeterd en de filekiem hier verlicht. Zie bijlage 2 voor een mogelijke indeling van het dwarsprofiel in deze variant. Het verlichten van de filekiem leidt vooral op het traject tussen knooppunt Burgerveen en het Ringvaartaquaduct tot betere verkeersafwikkeling en doorstroming. De filekiem wordt echter niet volledig voorkomen omdat de smalle rijstroken en beperkte obstakelvrije afstanden bij het Ringvaartaquaduct een sterk vernauwend effect zullen hebben. Door de hogere intensiteiten in deze variant zal het aquaduct een filekiem blijven op het traject, als ook elders het traject A4 (bij parallelstructuur ter hoogte van Leiden). Per saldo heeft dit een relatief beperkt positief effect op de verkeersveiligheid ten opzichte van Variant R2. Er worden echter nieuwe kritische verkeersveiligheidsrisico's geïntroduceerd:

- het moeten opheffen van de vluchtstrook in de rechter onderdoorgang
- het moeten toepassen van smalle rijstroken in de rechter onderdoorgang

Veiligheidsrisico door opheffen vluchtstrook

Door het inpassen van een extra rijstrook in de rechter onderdoorgang moet de vluchtstrook onder het aquaduct worden opgeofferd. Daarmee wordt een nieuw veiligheidsrisico geïntroduceerd. Naast dat er voor hulpdiensten dan geen vrije doorgang meer is, is er ook geen veilige opstelruimte meer voor gestrande voertuigen. Ook is er te weinig breedte beschikbaar voor adequate obstakelbeveiliging met behulp van een geleiderailconstructie met daarbij horende uitbuigruimte.

Het aanpassing/verbreding van het aquaduct om meer ruimte te creëren voor een smalle vlucht- en bergingszone of geleiderailconstructie is niet realistisch gebleken.

Veiligheidsrisico door smalle rijstroken

In de huidige situatie kent alleen de linker onderdoorgang smalle rijstroken en de rechter onderdoorgang van het Ringvaartaquaduct een ruimere 'standaard' rijstrookbreedte en is daarmee qua breedte geschikt voor groot (vracht)verkeer. In Variant R1 wordt ook de rechter onderdoorgang voorzien van twee smalle rijstroken, die minder ruimte bieden voor (vracht)verkeer. De smalle rijstroken vragen een hogere concentratie van vrachtautochauffeurs om koers te houden en kleine stuurfouten kunnen nog sneller leiden tot overschrijding van de eigen rijstrook, waardoor schrikreacties ontstaan bij medeweggebruikers, flankaanrijdingen met naast rijdend verkeer kunnen ontstaan en aanrijdingen met het Ringvaartaquaduct in toenemende mate zullen voorkomen.

De combinatie van 2+2 smalle rijstroken en het ontbreken van een vluchtstrook leidt tot een ongewenste stapeling van ongevalsrisico's.

Daarnaast blijft de beperkte doorrijhoogte een belangrijk aandachtspunt voor de verkeersveiligheid gezien ook het aantal aanrijdingen als gevolg van deze beperkt hoogte. En tot slot blijft bovendien de rijbaansplitsing aanwezig, deze kan wel omgevormd worden van a-symmetrische splitsing (2+1) naar een symmetrische splitsing (2+2) en zal daardoor minder als 'uitvoegstrook overkomen'. Maar de krap vormgegeven splitsing blijft een niet passend element in het beeld van een belangrijke (inter)nationale verbindingsweg als de A4.

Tabel 3-4 Veiligheidsrisico's rond Ringvaartaquaduct in R1

Nr.	Omschrijving risicofactor	Risicowaardering	Beheersmaatregel
1.	De korte rijbaansplitsing op de doorgaande route		De rechterbaan een specifieke functie geven, bijvoorbeeld alleen doelgroepen, zodat een echte splitsing ontstaat.
2.	De beperkte doorrijhoogte van het aquaduct		- Toepassing hoogtedetectie - Benadrukken hoogte aanduiding
3.	Waarneembaarheid van het aquaduct op afstand		Aanpassing wegverloop en verticale elementen langs de weg
4.	De lichtsituatie in het aquaduct (donker) en grote lichtovergangen		- Dynamische verlichting - Lichtere kleuren in aquaduct
5.	De steile hellingen voor en na het Ringvaartaquaduct.		
6.	De smalle rijstroken in de linker onderdoorgang in combinatie met het ontbreken voldoende objectafstand.		- De linkerbaan gesloten verklaren voor vrachtverkeer - 80 km/uur snelheidsregime
7.	Het ontbreken van een vluchtstrook in de linker onderdoorgang.		- aquaduct voorzien van verkeerssystemen (wordt bediend object vanuit verkeerscentrale)
8.	De smalle vluchtstrook in de rechter onderdoorgang		n.v.t. wordt nr. 10
9.	Traject A4 Burgerveen – Ringvaartaquaduct vormt bottleneck/flessenhals		
10.	Het opheffen van de vluchtstrook in de rechter onderdoorgang		- Toepassen verlaagde rijnsnelheid (80 km/uur)

11.	De smalle rijstroken in de rechter onderdoorgang		- aquaduct voorzien van verkeerssystemen (wordt bediend object vanuit verkeerscentrale)
-----	--	--	---

3.5 Samenvattend overzicht – onderlinge vergelijking

In de vergelijking van toekomstig denkbare scenario's waarbij het bestaande Ringvaartaquaduct wordt gebruikt, wordt ten aanzien van de verkeersveiligheid het volgende geconcludeerd:

- In de referentie zonder aanpassing van de A4 en het Ringvaartaquaduct zullen de huidige risicofactoren door autonome groei van het verkeer zich in sterk toenemende mate voordoen. De referentiesituatie is daarmee niet acceptabel vanuit oogpunt van verkeersveiligheid. Eventuele beheersmaatregelen zullen dit onvoldoende kunnen wegnemen.
- In variant R1 met 4 rijstroken op de A4 ten zuiden van het Ringvaartaquaduct en 2+2 rijstroken in het Ringvaartaquaduct blijven de veiligheidsrisico's zoals in Variant R2 zich ook voordoen. De filekiem wordt hier iets 'verzacht' t.o.v. Variant R2, maar er worden twee nieuwe veiligheidsrisico's geïntroduceerd: smalle rijstroken en het opheffen van de vluchtstrook.
Deze variant wordt vanuit vanwege deze verkeersveiligheidsrisico als niet acceptabel betiteld.
- In variant R2 met 4 rijstroken op de A4 ten zuiden van het Ringvaartaquaduct en 2+1 rijstroken in het Ringvaartaquaduct blijven de veiligheidsrisico's van de huidige situatie en referentie zich voordoen. Het traject 'Burgerveen – Ringvaartaquaduct' wordt een flessenhals op de A4 en zal een filekiem gaan worden met bijhorende veiligheidsrisico's. Deze variant wordt vanuit vanwege deze verkeersveiligheidsrisico als niet acceptabel betiteld.

De tabel 3.5 geeft een samenvattend overzicht van de gevonden risicofactoren en in welke mate dit risico optreedt in de verschillende varianten. De laatste regel geeft een eindoordeel van de verschillende varianten op het aspect verkeersveiligheid, waarbij ook rekening wordt gehouden met een stapeling van risicofactoren.

Tabel 3-5 Samenvattend overzicht risicofactoren verkeersveiligheid bij varianten Ringvaartaquaduct

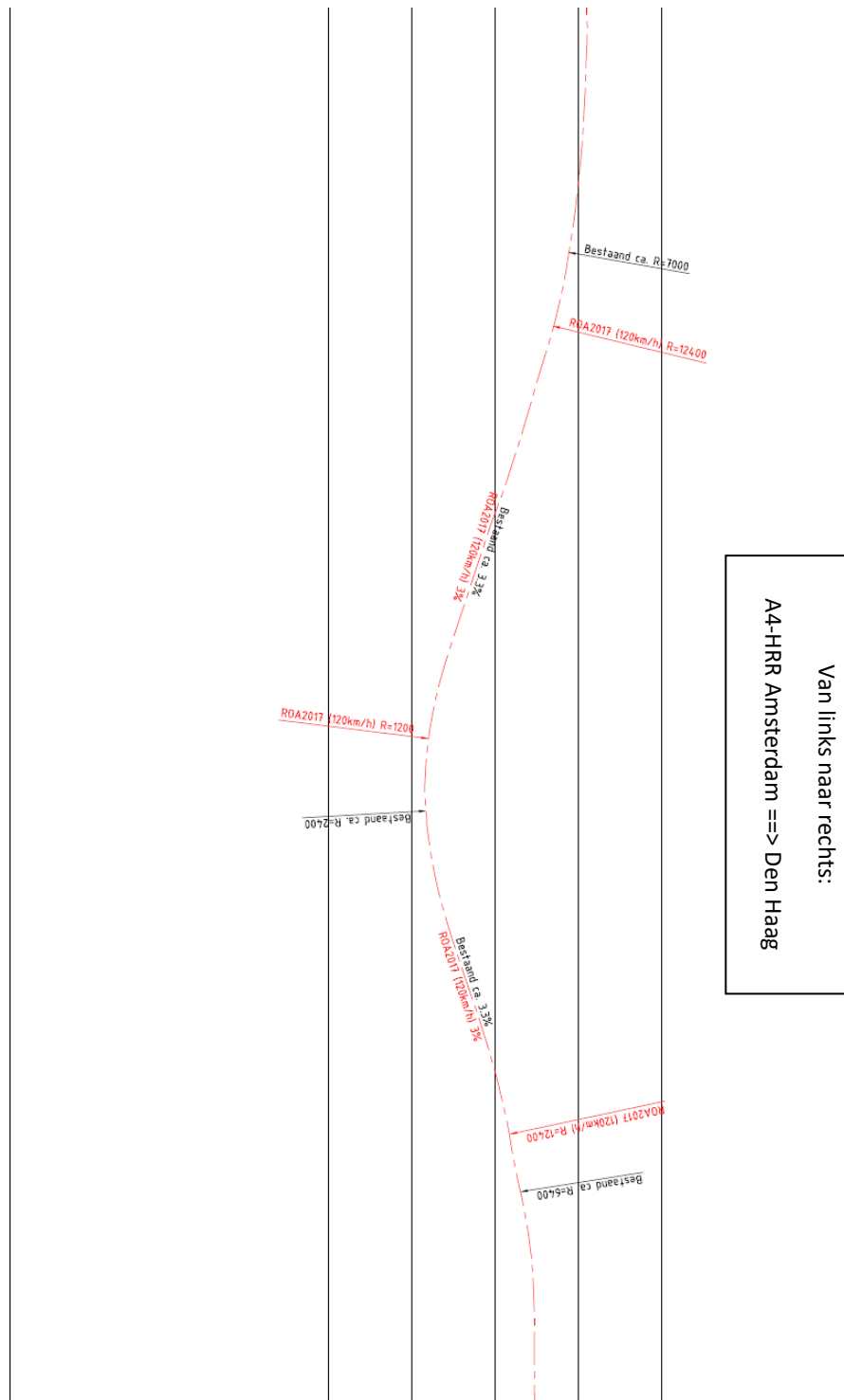
Nr.	Omschrijving risicofactor	Risicowaardering			
		Huidige situatie	Referentie	Variant R2	Variant R1
1.	De korte rijbaansplitsing op de doorgaande route				
2.	De beperkte doorrijhoogte van het aquaduct				
3.	Waarneembaarheid van het aquaduct op afstand				
4.	De lichtsituatie in het aquaduct (donker) en grote lichtovergangen				
5.	De steile hellingen voor en na het Ringvaartaquaduct.				
6.	Smalle rijstroken in de linker onderdoorgang in combinatie met het ontbreken voldoende objectafstand.				
7.	Het ontbreken van een vluchtstrook in de linker onderdoorgang.				

8.	De smalle vluchtstrook in de rechter onderdoorgang				n.v.t. wordt nr. 10
9.	Traject A4 Burgerveen – Ringvaartaquaduct vormt bottleneck/flessenhals	n.v.t	n.v.t		
10.	Veiligheidsrisico door opheffen vluchtstrook	n.v.t	n.v.t	n.v.t	
11.	Veiligheidsrisico door smalle rijstroken	n.v.t	n.v.t	n.v.t	
Samenvattend eindoordeel					

Resumé

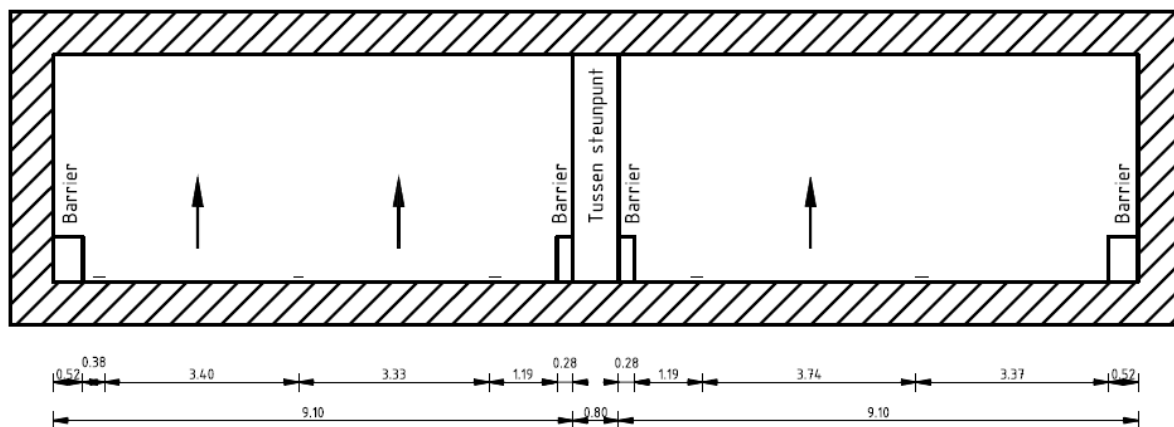
Op het gebied van verkeersveiligheid is het Ringvaartaquaduct in de huidige situatie al een belangrijk aandachtspunt. Het betreft hier niet één risicofactor, maar een stapeling van 8 risicofactoren waarbij niet aan de richtlijnen wordt voldaan. Door de autonome groei van het verkeer in de referentiesituatie wordt deze verkeersveiligheidsituatie pregnanter en niet acceptabel. Beheersmaatregelen zijn mogelijk, maar deze leiden in te beperkte mate tot verbetering van de verkeersveiligheid. Bij de twee beschouwde varianten treden nieuwe risicofactoren op. De bestaande veiligheidsrisicofactoren worden verergerd. Dit betekent dat op het gebied van verkeersveiligheid bij beide varianten een niet acceptabel verkeersveiligheidsknelpunt ontstaat, dat niet goed met de beschouwde beheersmaatregelen verbeterd kan worden.

Bijlage 1 – Vertikaal verloop Ringvaartaquaduct HRR

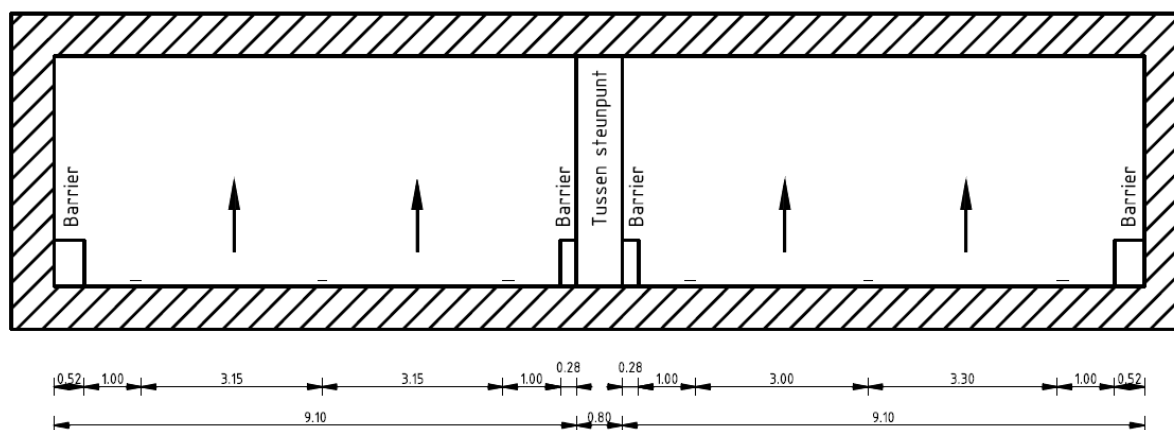


Bijlage 2 – Dwarsprofiel huidige situatie en Variant R1

Huidige situatie en Variant R2 (2+1 rijstroken)



Variant R1 (2+2 rijstroken)





memo

Ontwerpopgave Ringvaartaquaduct A4

1. Ontwerpopgave

In de 'Verkenning A4 Burgerveen – N14' wordt onderzocht hoe de A4 met 1 rijstrook in beide richtingen verbreed kan worden van 2x3 naar 2x4 rijstroken.

Een knelpunt hierin is het huidige Ringvaartaquaduct bij Leiden in de richting noord-zuid. Dit is het oude aquaduct uit 1959, dat is destijds aangelegd voor 2x2 rijstroken, met toenmalige uitgangspunten met betrekking tot doorrijhoogte, wegbreedte en hellingpercentages van de toeritten. Bij de bouw van het nieuwe aquaduct in de richting zuid-noord, is de wegindeling van het oude aquaduct omgebouwd naar 1x3, met een vluchtstrook. De middenwand die bij de oorspronkelijke bouw is gerealiseerd in het midden van de bakconstructie, is dus gehandhaafd.



Figuur 1: Ringvaartaquaduct in de A4 bij Leiden, van L naar R: spooraquaduct (2004), oude aquaduct (1959) en nieuw aquaduct (2010)

De huidige weginrichting leidt regelmatig tot ongevallen en de huidige doorrijhoogte (4,15 m) is niet conform huidige regelgeving (>4,50 m).

Rijkswaterstaat
Programma's, Projecten
en Onderhoud
RWS-Ontwerpt

De vraag is om te onderzoeken of het mogelijk is om het huidige aquaduct (deels) te behouden en welke maatregelen nodig zouden zijn om dat mogelijk te maken. En welke alternatieve oplossingen er mogelijk zijn, als blijkt dat behoud niet mogelijk is.

Datum
4 oktober 2018

2. Werkwijze RWS-Ontwerpt

In een aantal ontwerpateeliers met experts van zowel RWS als vanuit Flow4 is het vraagstuk opgepakt. Tussen de sessies door zijn acties belegd. Dit is enerzijds het eenduidig en herleidbaar vastleggen van ontwerpuitgangspunten en/of -keuzes en anderzijds het nog uitzoeken van openstaande vragen. Het resultaat hiervan is vastgelegd in voorliggende memo.

3. Bestaande situatie

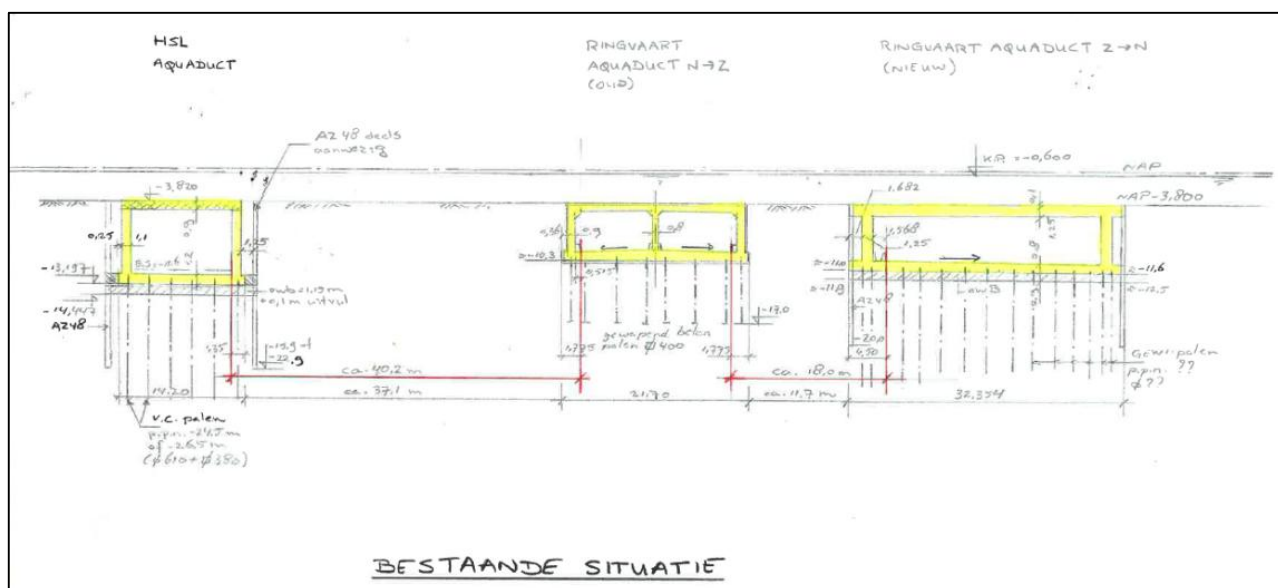
In de huidige situatie liggen er drie aquaducten op relatief korte afstand van elkaar onder de Ringvaart. Van west naar oost zijn dit:

- Het HSL aquaduct uit 2004;
- Het oude Ringvaartaquaduct uit 1959 voor wegverkeer;
- Het nieuwe Ringvaartaquaduct uit 2010 voor wegverkeer.

De ligging van de aquaducten t.o.v. elkaar is uit GIS bestanden afgeleid. De afstand van binnenkant oostelijke wand tot binnenkant westelijke barri r van het oude aquaduct is gemiddeld ca. 40,2 meter.

De afstand van binnenkant oostelijke barri r oude aquaduct tot binnenkant oostelijke barri r nieuwe aquaduct is gemiddeld ca. 18,0 meter.

In onderstaande schets zijn de bestaande aquaducten weergegeven met de hierboven benoemde onderlinge afstanden.



Figuur 2: Bestaande aquaducten met onderlinge afstanden

In onderstaande paragrafen zullen de constructies van de gesloten delen van de bestaande aquaducten kort worden toegelicht.

Rijkswaterstaat
Programma's, Projecten
en Onderhoud
 RWS-Ontwerpt

3.1. HSL aquaduct

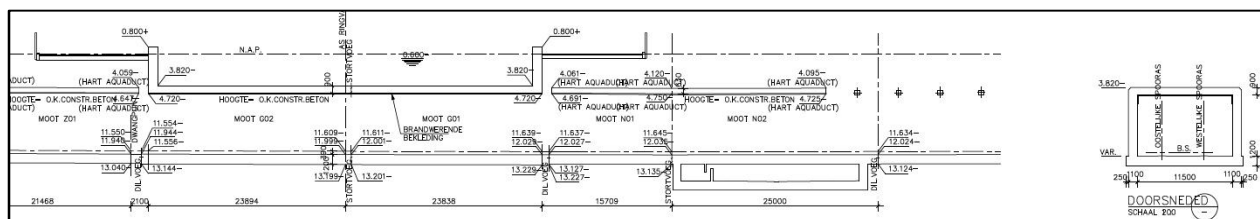
Datum
 4 oktober 2018

Van het gesloten deel van het HSL aquaduct zijn de vloer (dik 1,2m) en de wanden (dik 1,1m) uitgevoerd als gewapend betonnen constructie en het dek (dik 0,9m) als voorgespannen betonnen constructie. De kruising met de Ringvaart is in 2 delen aangelegd in een bouwkuip met onderwaterbeton (dik 1,15m + uitvulling 0,1m) gefundeerd op Vibrocombinatiepalen ($\phi 610$ met betonnen kern 380×380) en een paalpuntniveau variërend van NAP-24,5m tot NAP-26,5m. De damwanden van de bouwkuip zijn deels getrokken en deels achtergebleven en afgebrand op bodemniveau. Puntniveau van de damwanden varieert van NAP-19,9m tot NAP-22,9m.

Het gesloten deel heeft een totale breedte (van teen tot teen) van 14,20 meter en een inwendige breedte van 11,5 meter.

Bovenkant dek ligt op NAP-3,82m en onderkant constructieve vloer op NAP-13,2m.

In onderstaande figuur is een langs en dwarsdoorsnede van het HSL aquaduct weergegeven.



Figuur 3: Langs en dwarsdoorsnede HSL Aquaduct

3.2. Oude Ringvaartaquaduct wegverkeer

Het gesloten deel van het oude aquaduct is uitgevoerd als een gewapend betonnen constructie. De vloer heeft een dikte van 1,01-1,14m (excl. cementbetonnen afwerklaag), de wanden zijn 0,9m dik, de tussenwand 0,8m dik en het dek heeft een dikte van 0,83-0,90m (excl. 0,2m beschermklaag). De buitenwanden en de vloerranden zijn voorzien van een waterdichte laag en afgewerkt met een 0,11 meter dikke gemetselde muur van betonsteen. Het aquaduct is gebouwd in een open droog gezette ontgraving. De Ringvaart was hiervoor omgelegd.

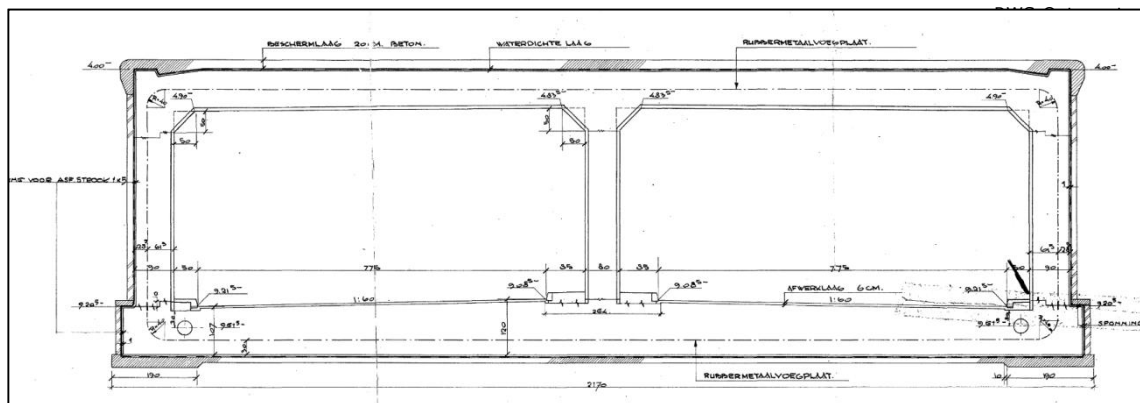
Het gesloten deel is gefundeerd op gewapend betonnen palen 400×400 mm en een puntniveau van NAP-17,0m. en bestaat uit drie moten. Op de buitenste twee moten is de wand van het aquaduct aangebracht.

De vloer ligt in een dakprofiel, omdat het aquaduct ooit is aangelegd voor 2x2 rijstroken. In de huidige situatie gaat er alleen verkeer door in de richting van noord naar zuid. Verdeeld over 2+1 rijstrook. Tegen de wanden zijn zware betonnen barriers aangebracht.

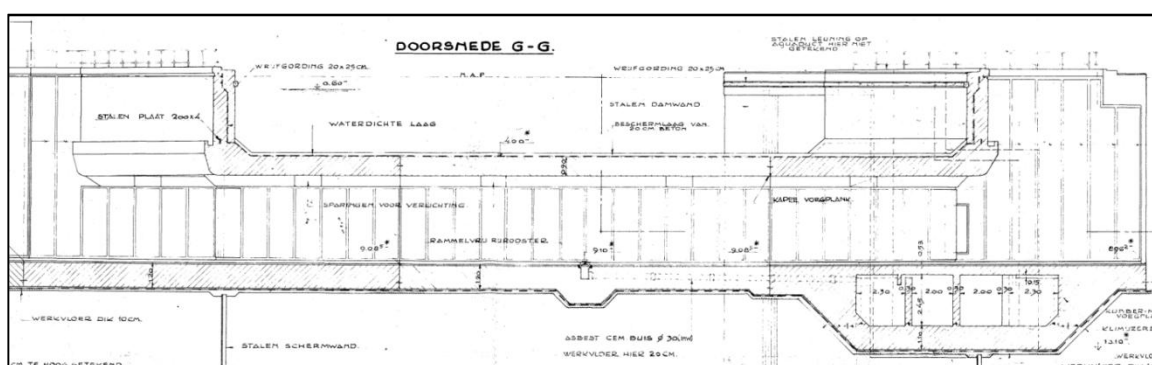
De totale breedte van het aquaduct (van teen tot teen) is 21,7 meter. De inwendige breedte van beide kokers is 9,1m en de doorrijhoogte is 4,15 meter.

Bovenkant dek (beschermklaag) ligt op NAP-3,80m en onderkant vloer op ca. NAP-10,3m.

In onderstaande figuren zijn een langs en dwarsdoorsnede van het oude Ringvaartaquaduct weergegeven.



Figuur 4: Dwarsdoorsnede oude Ringvaartaquaduct



Figuur 5: Langsdoorsnede gesloten deel oude Ringvaartaquaduct

3.3. Nieuwe Ringvaartaquaduct wegverkeer

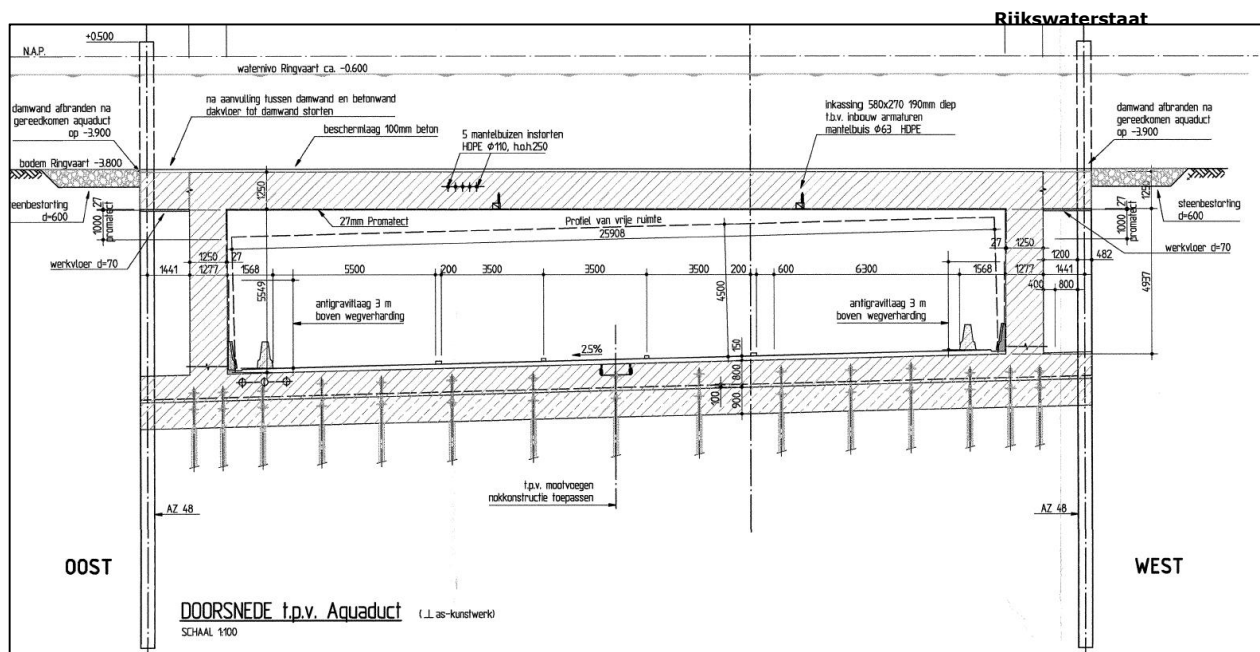
Het gesloten deel van het nieuwe aquaduct is uitgevoerd als een gewapend betonnen constructie. De vloer heeft een dikte van 0,80m, de wanden zijn 1,25m dik en het dek heeft een dikte van 1,25m (excl 0,1m bescherm laag). De kruising met de Ringvaart is in 2 delen aangelegd in een bouwkuip met onderwaterbeton (dik 0,90m + uitvulling 0,1m) gefundeerd op Gewi-palen. Paalpuntniveau en diameter van de Gewi palen zijn niet bekend.

De vloer ligt onder een dwarsverkanting van 2,5% met het laagste punt t.p.v. de oostelijke wand.

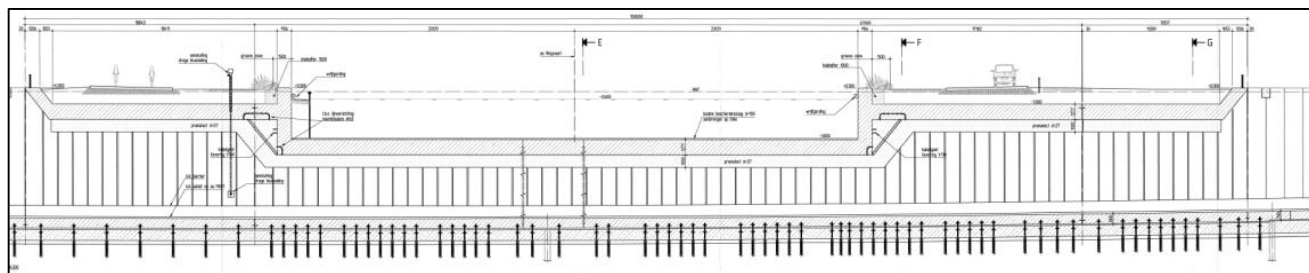
De totale breedte van het aquaduct (van teen tot teen) is ca. 32,5 meter. De inwendige breedte van is ca. 26,7m en de doorrijhoogte is minimaal 4,5 meter.

Bovenkant dek (bescherm laag) ligt op NAP-3,80m en onderkant vloer (laagste punt dwarsverkanting) op ca. NAP-12,5m.

In onderstaande figuren zijn een langs en dwarsdoorsnede van het nieuwe Ringvaartaquaduct weergegeven.



Figuur 6: Dwarsdoorsnede nieuwe Ringvaartaquaduct



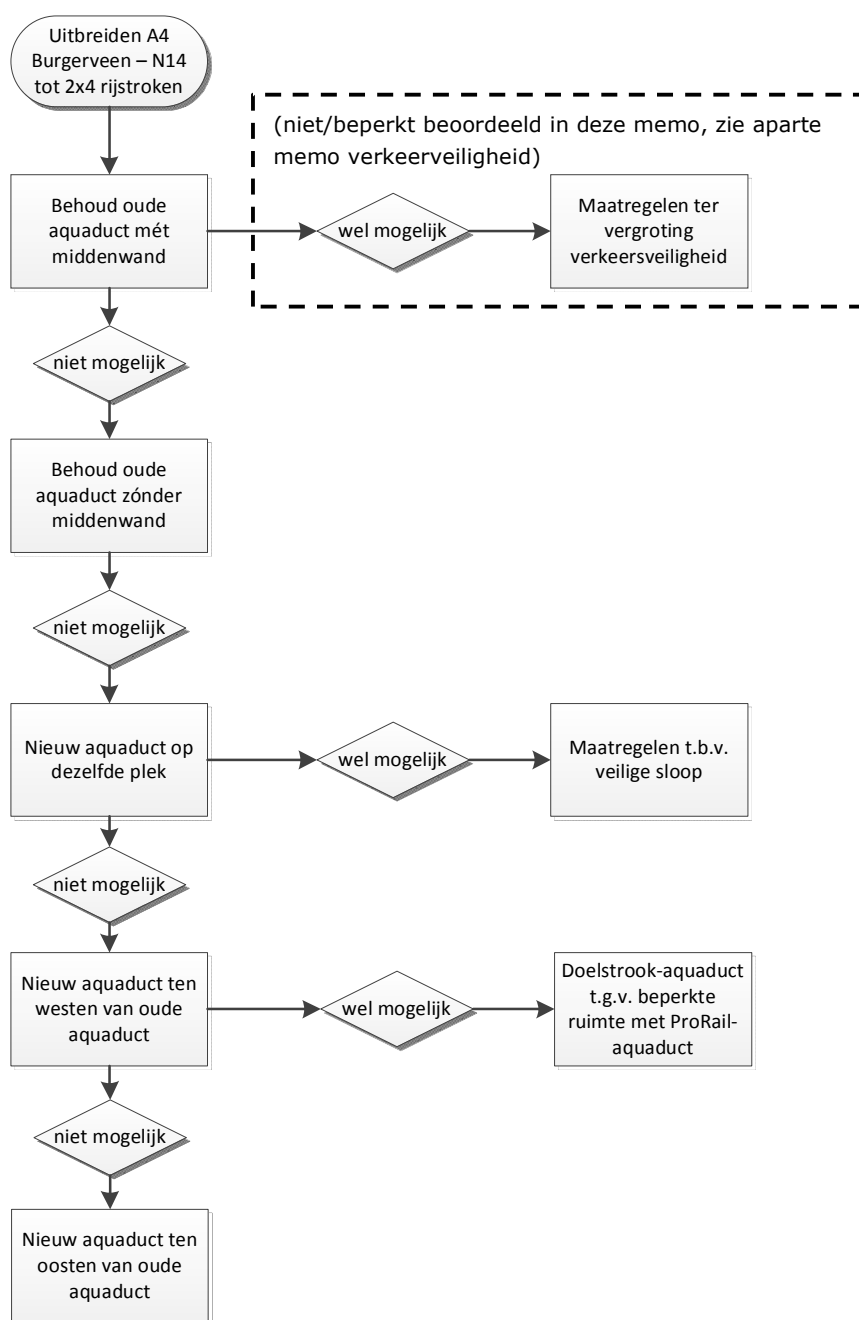
Figuur 7: Langsdoorsnede gesloten deel nieuwe Ringvaartaquaduct

4. Varianten

Aan de hand van de opgave en de informatie over de bestaande onderdoorgang en lokale situatie is al 'afpellend' nagegaan welke mogelijkheden er zijn om op het huidige traject het aantal rijstroken in de rijrichting Amsterdam-Den Haag te vergroten tot 4.

Rijkswaterstaat
Programma's, Projecten
en Onderhoud
RWS-Ontwerpt

Datum
4 oktober 2018



Figuur 8: Stappenplan ontwerp opdracht

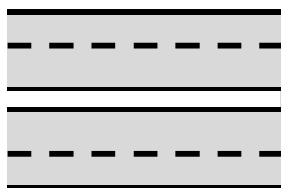
Daar waar een keuze voorligt (wel mogelijk, niet mogelijk) kan een afweging gemaakt worden tussen de varianten, op basis van prestaties van de varianten; bijv. kosten, verkeersveiligheid, doorstroming.

5. Gebruik oude aquaduct voor 4 rijstroken Amsterdam-Den Haag

5.1. Korte omschrijving van de variant

Het oude aquaduct is in de jaren '50 van de vorige eeuw aangelegd voor 2x2 rijstroken, maar zonder vluchtstroken en met een doorrijhoogte van 4,1 m. Bij de bouw van het nieuwe aquaduct is de rijwegindeling van het oude aquaduct aangepast tot 2 + 1 + vluchtstrook. De middenwand van de onderdoorgang is daarbij dus een scheiding in de rijbaan.

Bij het handhaven van het oude aquaduct kan ervoor gekozen worden om de oude situatie (4 rijstroken) te herstellen, maar dan in dezelfde richting noord-zuid.



Figuur 9: Rijstrookenschema variant behoud oude aquaduct met 4 rijstroken

5.2. Aandachtspunten gebruik

In het gebruik van het oude aquaduct met een extra rijstrook, is een aantal aandachtspunten relevant:

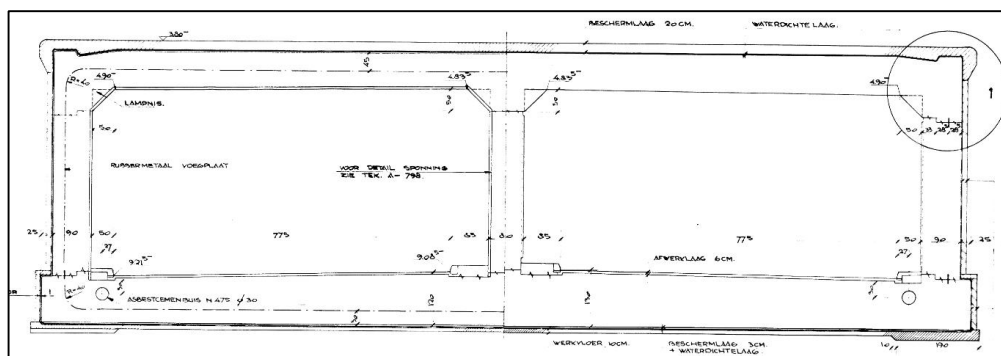
Zie aparte memo over verkeersveiligheid bestaande Ringvaart aquaduct

- Smallere rijstroken dan huidige norm leiden tot minder veilige verkeerssituatie;
- Verdrijvingsvlak voor middenwand zorgt voor onduidelijke verkeerssituatie en daardoor rijtaakverzwaring;
- Afscherming middenwand tegen aanrijdingen (RIMOB) is nodig om gevolgen van aanrijdingen te beperken;
- Beperkte hoeveelheid daglicht vanwege ecopassage en parallelweg Ringvaart zorgt voor minder veilige verkeerssituatie;
- Beperkte doorrijhoogte van 4,1 m zorgt voor regelmatig problemen met te hoge vrachtwagens;
- Geen vluchtstrook in beide tunnelbuizen vermindert de verkeersveiligheid omdat uitwijken in beide richtingen direct leidt tot aanrijding van de tunnelwand;
- Geen vluchtstrook in de beide tunnelbuizen in combinatie met de smalle rijstroken zorgt ervoor dat er géén toegang mogelijk is voor hulpdiensten bij file, en dat vluchtmogelijkheden voor weggebruikers beperkter zijn;
- Doorstroming in de A4 noord-zuid wordt beperkt doordat er een 'obstakel' zit in de vorm van rijbaansplitsing;

- Rijkswaterstaat
Programma's, Projecten
en Onderhoud**
RWS-Ontwerpt

Datum
4 oktober 2018

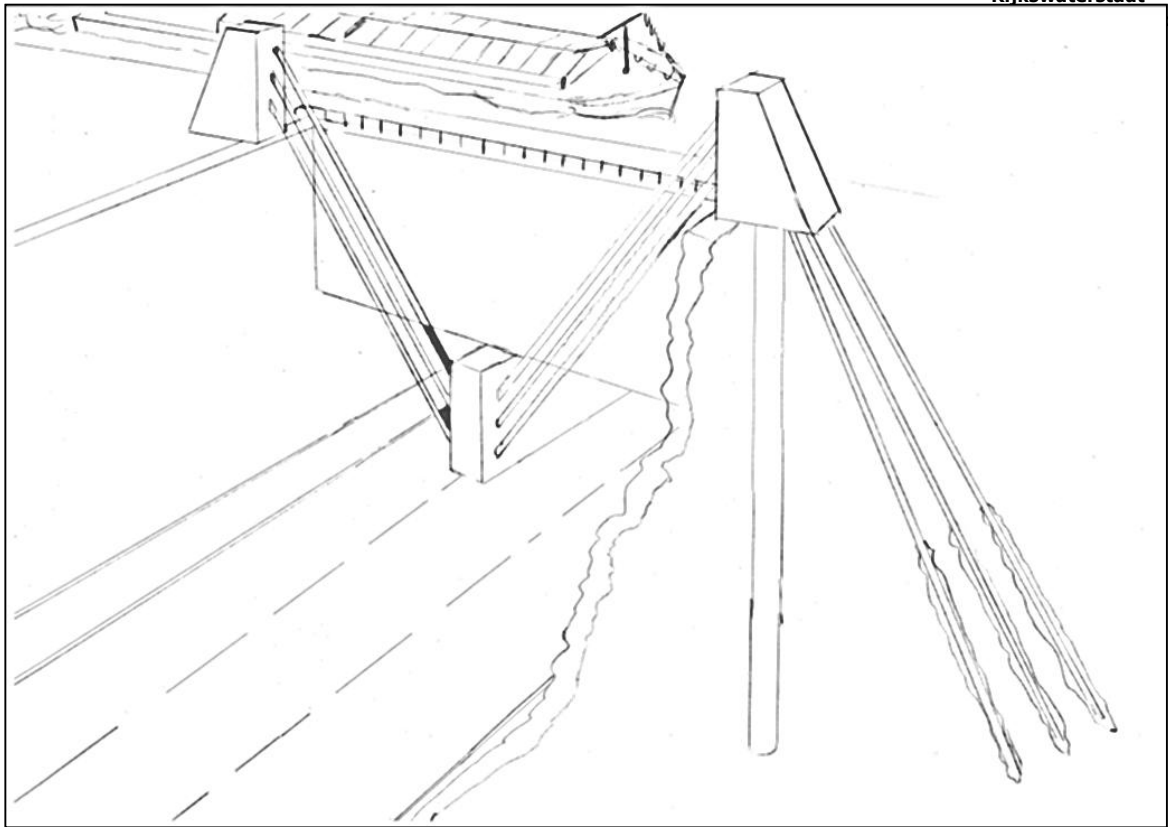
Uitgangspunt is dat de krachtwerking in het gesloten gedeelte niet wezenlijk mag veranderen, omdat de constructie daar per definitie niet voor gemaakt is. Verdeling van krachten en spanningen mag dus maar marginaal wijzigen, en bestaande (veer)stijfheden van constructiedelen en opleggingen moeten worden gehandhaafd.



Figuur 10: Doorsnede bestaande aquaduct

Zou dit uitgangspunt worden verlaten, dan moet er rekening mee worden gehouden dat door verdubbelen van de overspanning van vloer en plafond, inkelemlings- en veldmomenten met grofweg een factor 4 toenemen en de maxima van de veldmomenten op een locatie komt te liggen waar nu een moment met tegengesteld teken ligt. Het is uitgesloten dat de bestaande constructie hierop kan worden aangepast door het bijleggen van wapening of het toepassen van externe wapening. Bovendien ontbreekt het aan ruimte om de inwendige hefboomsarm van de constructiedelen te vergroten om voldoende stijfheid te creëren en met een acceptabel wapeningspercentage te kunnen werken. Deze ontwikkelrichting is daarom niet realistisch.

- Trekankers in de vloer van het gesloten gedeelte om de krachtswerking in de vloer te handhaven
- Zware, hoge balk (want deze moet dezelfde stijfheid leveren als de huidige tussenwand) onder of op het dak van het gesloten gedeelte, opgelegd op of opgehangen aan zware balken die deze last naar de zijanten afvoeren (uit te voeren als verzwaring van de zijwanden van de vaarweg), of afgetuid (analoog aan aanpassing brug in de A1 bij Muiden) zodat de krachtswerking in het dak niet verandert
- Fundatie van deze constructie op de zijwanden van het gesloten gedeelte (indien mogelijk), incl. eventueel benodigde aanpassingen in de zijwanden, of buiten de bestaande constructie.



Figuur 11: Schets draagconstructie als vervanging van middenwand

6.2. Aandachtspunten gebruik

- Ook zonder tussenwand is er maar breedte voor 4 rijstroken plus een smalle vluchtstrook, barriers en inspectie/vluchtpaden
- Bestaande beperking t.a.v. doorrijhoogte blijft onverkort aan de orde
- Met handhaving schaakbordpatroon en aanwezigheid ecopassage + parallelweg Ringvaart blijft de lichtval een probleem (dat door de al te kleine doorrijhoogte ook niet makkelijk is op te lossen met verlichting)

6.3. Aandachtspunten tijdens de bouw

- Tussenwand is dragende wand
- Geen ruimte in vaarweg voor benodigde constructiedelen (de balk die het tunneldak moet versterken)
- Geen ruimte in het gesloten gedeelte voor benodigde constructiedelen (de balk die het tunneldak moet versterken)
- Waarschijnlijk onvoldoende ruimte in de vloer van het gesloten gedeelte om trekankers op te kunnen nemen, wat in dat geval de doorrijhoogte nog meer verkleint doordat dan de constructievloer moet worden opgedikt
- Inschuiven nieuwe, sterkere tunneldelen leidt tot verkleining van de beschikbare breedte en hoogte in het gesloten gedeelte
- Verlagen tunnelvloer is onmogelijk
- Behoud inrit maar aan één zijde mogelijk, want nieuwe tunnel moet via bouwput gebouwd/inschoven kunnen worden, dus geen optie.
- Behoud van een toerit betekent ook dat de bestaande beperking in breedte en hoogteligging worden gehandhaafd.

- Rekenregels: verbouwde delen van een bestaande constructie moeten in principe conform vigerende regelgeving worden ontworpen, aangebouwde delen sowieso. Dit kan gevolgen hebben voor de bestaande constructie, aangezien de normering sinds het ontwerp van het bestaande aquaduct op diverse aspecten aanzienlijk is gewijzigd.

5.4. Beschouwing/conclusie

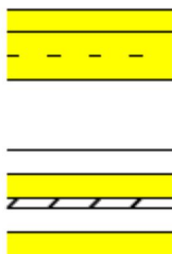
Het gebrek aan fysieke ruimte zowel boven het dak van het gesloten gedeelte als daaronder maakt het onmogelijk de balk te construeren die borgt dat het dak van het gesloten gedeelte op dezelfde stijve wijze blijft opgelegd als nu het geval is. Om dezelfde reden is opdikken van het dak van het gesloten deel ook geen optie. Het dak kan zonder tussenwand én zonder concessies aan de vaarweg en/of de ruimte in de tunnelbuis dus niet worden gehandhaafd. Daarnaast is twijfelachtig of de vloer voldoende ruimte biedt voor het opnemen van een woud aan trekankers om de wegvallende lijnlast uit de tussenwand te compenseren.

Omdat de daarvoor benodigde constructies niet ingepast kunnen worden, kan de functie van de tussenwand niet worden overgenomen en is weghalen ervan dus onmogelijk.

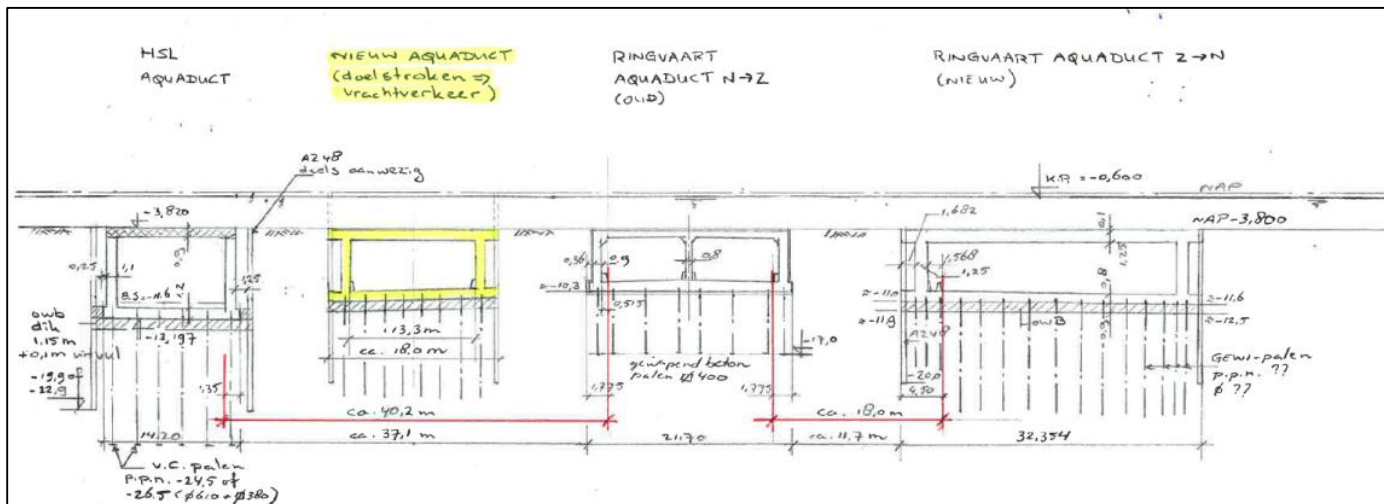
7. Nieuw aquaduct ten westen van oude aquaduct: doelstroken-aquaduct

7.1. Korte omschrijving van de variant

Er wordt een nieuw aquaduct gebouwd ten westen van het bestaande aquaduct met een grotere doorrijhoogte, bestemd voor vrachtverkeer en personenauto's. In dit nieuwe aquaduct kunnen 2 rijstroken en een vluchtstrook worden gerealiseerd. In het huidige aquaduct kunnen ook 2 rijstroken en 2 smalle vluchtstroken worden gerealiseerd (aan elke zijde van de tussenwand 1 rijstrook en 1 vluchtstrook, of (indien verkeerskundig gewenst) 2 rijstroken door 1 opening, en de andere opening als calamiteiten toegang). In het huidige aquaduct wordt een verbod voor vrachtwagens ingesteld en de doorrijhoogtebeperking blijft gehandhaafd (met alle benodigde maatregelen, zoals hoogtemelding etc).



Figuur 12: Rijstrokenschema variant nieuw doelstrokenaquaduct met 2 rijstroken, plus handhaven van het oude aquaduct



Figuur 13: Doorsnede variant

7.2. Aandachtspunten gebruik

Wanneer een nieuw aquaduct met een grotere doorrijhoogte wordt gerealiseerd ten westen van het oude aquaduct, is een aantal aandachtspunten relevant:

- Rijtaakverzwaring: keuze van de juiste tunnelbuis: keuze uit 3 rijbanen/tunnelbuizen;
- Verlichting oude aquaduct
- Veel wisselingen van rijstrook vlak voor onderdoorgang: doorstroming?
- Aansluiting nieuwe doelstroken op huidige hoofdrijbaan, in omgeving die steeds smaller wordt (HSL)

7.3. Aandachtspunten tijdens de bouw

Tijdens de bouw van een nieuw doelstrokenaquaduct dient rekening gehouden te worden met een aantal aandachtspunten en risico's:

- Bouw tussen Prorail/Infraspeed aquaduct en oude aquaduct:
 - o Trillingen
 - o Verplaatsingen
 - o Beperkte bouwruimte: ongeveer 37m beschikbaar tussen bestaande kunstwerken, buitenmaat nieuw aquaduct ongeveer 18m, dus aan weerszijden is er minder dan 10m beschikbaar tussen de aanwezige en nieuw te bouwen kunstwerken. Vanwege de extreem lage maximale toegestane verplaatsingen van het HSL-aquaduct, zullen hier zeer complexe en kostenverhogende uitvoeringsmethoden nodig zijn.
 - o Locatie nieuwe kanteldijk/kantelmuur
- Aansluiting dieper liggende doelstroken op huidige toeritten

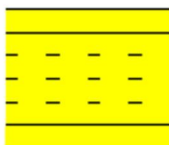
8. Nieuw aquaduct op dezelfde locatie als oude aquaduct (sloop)

8.1. Korte omschrijving van de variant

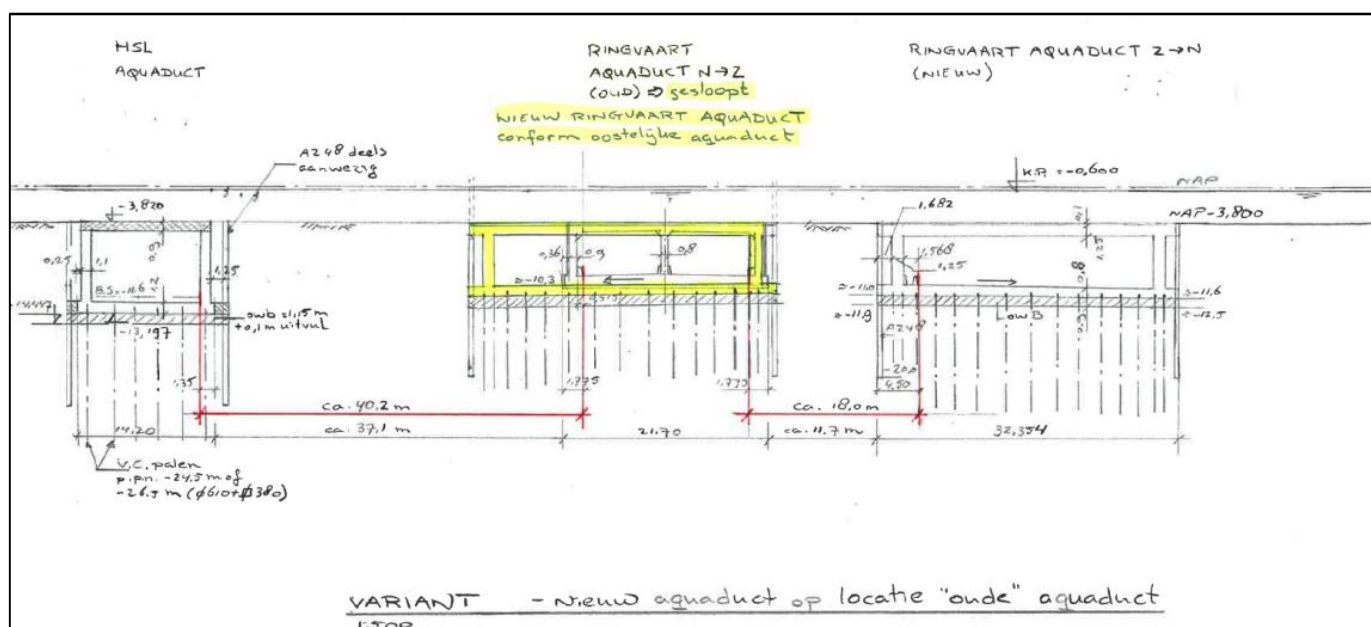
Er wordt een nieuw aquaduct gebouwd op dezelfde locatie als het huidige oude aquaduct, maar breder en dieper, binnenmaat als aquaduct oostelijke rijbaan. Tegelijk met het bouwen wordt het oude gesloopt.

Rijkswaterstaat
Programma's, Projecten
en Onderhoud
 RWS-Ontwerpt

Datum
 4 oktober 2018



Figuur 14: Rijstrokschema variant nieuw aquaduct met 4 rijstroken op dezelfde plaats als het oude



Figuur 15: Doorsnede variant

- 8.2. Aandachtspunten gebruik
- Geen, is maximaal mogelijke variant, waarin volledig aan ROA eisen kan worden voldaan.
- 8.3. Aandachtspunten tijdens de bouw
- Gedurende de gehele bouwfase 6-0 door het aquaduct oostelijke rijbaan, duur ca. 2,5 tot 3 jaar.
 - Ontwerp, afmetingen, alignementen, bouwfaserings en bouwmethode nieuwe aquaduct grotendeels te kopiëren van het aquaduct in de oostelijke rijbaan, uiteraard gefaseerde sloop oude toeritten en aquaduct incorporeren in fasering.
 - Sloop gesloten gedeelte zal (minstens voor een deel) in de natte plaats moeten vinden ivm beschikbaarheid Ringvaart voor waterhuishouding en scheepvaart, tenzij scheepvaart circa 0,5 jaar-1 jaar gestremd mag worden en waterhuishouding met alternatief tracé bediend kan worden (pijpleidingen en indien nodig pompen). In stremming kan ook aanzienlijke faseringswinst worden geboekt door gesloten gedeelte als 1 tunnelmoot aan te leggen en in te varen.
- Zie bijlage 2 voor mogelijke uitvoerings-fasering

- Zorgvuldige 3D/4D BIM-modellering nodig om conflicten met bestaande constructie (waarvan mogelijk delen in de ondergrond achterblijven: palenfundering) vroegtijdig in beeld te brengen en op te lossen.
- Zorgvuldigheid en aandacht ten aanzien van vervormingen in de omgeving, vanwege de gevoeligheid van het spoor hiervoor (en allicht aanwezige K&L). Horizontaal evenwicht van de verschillende constructies is ook aandachtspunt.

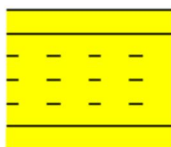
Rijkswaterstaat
Programma's, Projecten
en Onderhoud
RWS-Ontwerpt

Datum
4 oktober 2018

9. Nieuw aquaduct ten oosten van oude aquaduct

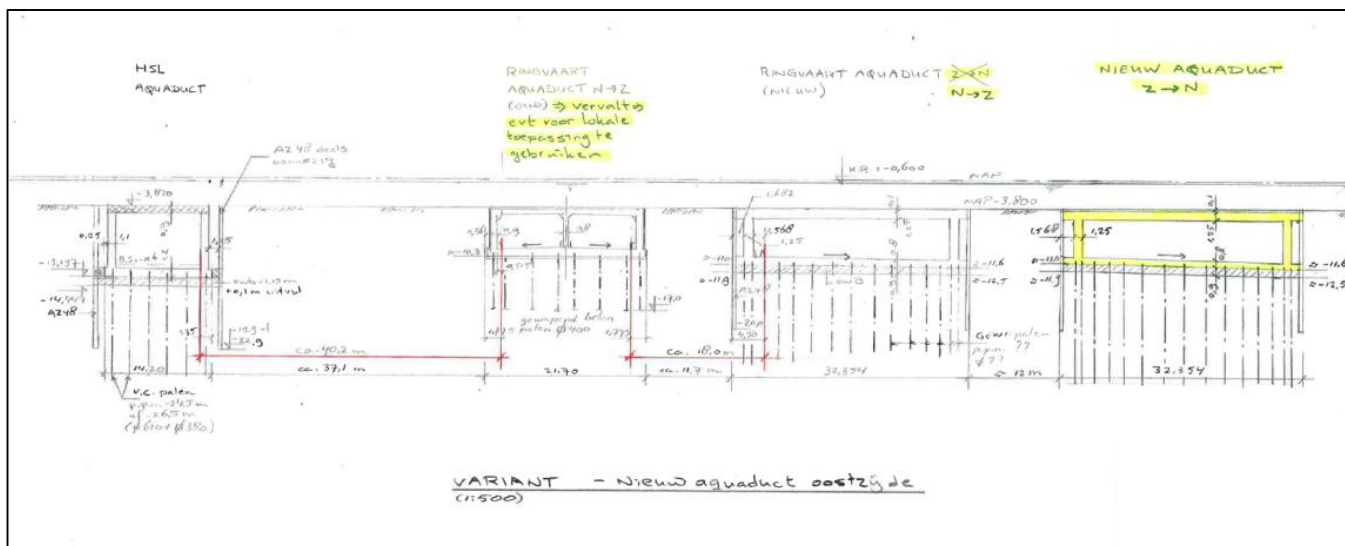
9.1. Korte omschrijving van de variant

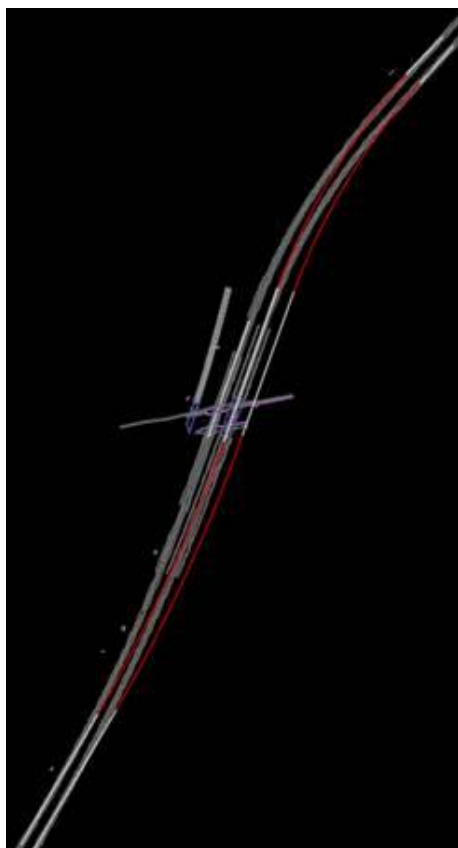
Net als in de jaren '10 is wordt er een nieuw aquaduct gebouwd, op voldoende afstand van het huidige nieuwe aquaduct.



Figuur 16: Rijstrokschema variant nieuw aquaduct met 4 rijstroken

De 'as-verschuiving' is inzichtelijk gemaakt in Figuur 17. De aquaducten liggen op circa 12m van elkaar (buitenwerks) (ca. 40m hoh). De rijbanen zuidzijde liggen 34m hoh. Aan de noordzijde is $R=1500$ m, aan de zuidzijde is $R=4000$ m. Dit is nog verder te optimaliseren (geleidelijker).





Figuur 17: Alignement (rode lijnen) nieuwe wegligging nieuw aquaduct oost

9.2. Aandachtspunten gebruik

Wanneer een nieuw aquaduct met een grotere doorrijhoogte wordt gerealiseerd ten oosten van het oude aquaduct, is een aantal aandachtspunten relevant:

- Over circa 2,5km lengte zullen de rijbanen aangelegd moeten worden, om een vloeiende aansluitingen aan de onderdoorgangen mogelijk te maken;
- Het oude aquaduct blijft beschikbaar voor OWN of andere functies: maar waar sluit het logisch op aan? Wie gaat het onderhouden?
- Van de nu oostelijke, maar straks westelijke rijbaan ligt de verkanting in principe verkeerd. Met de toegepaste boogstralen (4000m) is dit nog overkomelijk.

9.3. Aandachtspunten tijdens de bouw

Tijdens de bouw van een nieuw aquaduct ten oosten van het in 2010 gerealiseerde aquaduct, dient rekening gehouden te worden met een aantal aandachtspunten en risico's:

- Verplaatsen huidig geluidscherm oostzijde naar nieuwe locatie: afstand tot geluidgevoelige bestemmingen wordt kleiner, dus onderzocht moet worden of geluidschermen aangepast moeten worden;
- Onderzoek of door de benodigde uitbreiding percelen geraakt worden waarvan gronden aangekocht moeten worden;

- Trillingen en verplaatsingen bij bouw kunnen leiden tot vervormingen in nieuwe aquaduct (is in 2010 zelfde 'robuustheid' nagestreefd als in 1959?);
- Plaats nieuwe aquaduct wordt bepaald door wegontwerp én door in de grond achtergebleven hulpconstructies (damwanden bouwkuip zijn achtergebleven);

Rijkswaterstaat
Programma's, Projecten
en Onderhoud
 RWS-Ontwerpt

Datum
 4 oktober 2018

10. Investeringsraming

Kostenpool toets volgt

Globaal in MCA opgenomen, zie toelichting onder tabel

11. Multicriteria analyse

11.1. Beoordelingscriteria

Het vergelijken van de varianten onderling gebeurt op basis van het presteren van de varianten op een aantal aspecten. De onderstaande aspecten zijn in de werksessie benoemd als relevant. Ze zijn gerelateerd aan de RAMSSHEEP-criteria en waar mogelijk specifiek, meetbaar, acceptabel, realistisch en tijdgebonden gemaakt.

De groene criteria zullen kwalitatief worden beschreven, de oranje criteria kunnen daadwerkelijk worden gekwantificeerd in deze fase (met een grote bandbreedte, gezien de vroege verkenningfase).

Tabel 1: Beschrijving beoordelingscriteria

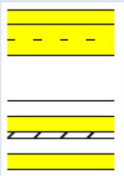
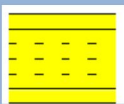
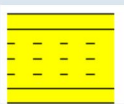
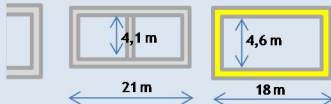
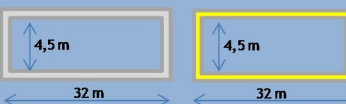
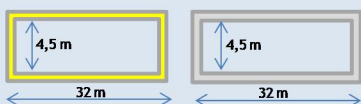
Criterion	Aspect	SMART
R: Reliability	Doorstroming	- I/C-verhouding eindsituatie 2030 (zie rapportage Flow)
A: Availability	Bouw hinder, Bouwtijd	- aantal maanden dat gebouwd wordt - aantal maanden verkeerssysteem - aantal maanden vaarwegbeperking
M: Maintainability	Technische uitvoerbaarheid	- inschatting omvang risico's (kans x gevolg)
S: Safety	Verkeersveiligheid eindoplossing	- oordeel a.h.v. rijtaakverzwaring - kans op (bijna) ongelukken exploitatie - afwijkingen van kader Wegontwerp (zie rapportage Flow)
S: Security	Bereikbaarheid hulpdiensten expl.	- wel/niet bereikbaar ongeval in onderdoorgang bij file
H: Health	Veiligheid tijdens uitvoering	- kans op (bijna) ongelukken uitvoering
E: Environment	Duurzaamheid	- mate waarin materialen kunnen worden hergebruikt - CO ₂ -equivalent materiaalbehoefte
E: Economics	Bouwkosten	- directe bouwkosten
P: Politics	Toekomstvastheid	- wel/niet mogelijkheid 5 rijstroken in toekomst

11.2. MCA-tabel

De varianten zijn met elkaar vergeleken op de hierboven genoemde beoordelingscriteria. Dit is gedaan in een vervolg op de eerste werksessie, aan de hand van de meer (globaal) uitgewerkte varianten.

Rijkswaterstaat
Programma's, Projecten
en Onderhoud
RWS-Ontwerpt

Datum
4 oktober 2018

Omschrijving naam	Variant 1 nieuw doelstrook-aquaduct	Variant 2 nieuw aquaduct locatie oud	Variant 3 nieuw aquaduct oost
omschrijving	- nieuw aquaduct ten westen van huidige aquaduct N-Z - doorrijhoogte voldoende voor vrachtverkeer - verleggen rijstroken in huidige aquaduct	- nieuw aquaduct op dezelfde locatie als huidige aquaduct N-Z - gecontroleerde sloop van bestaande aquaduct in 2 fasen t.b.v. operationeel houden vaarweg - verlagen tunneltoeritten t.b.v. doorrijhoogte	- verpaatsen rijrichting N-Z naar huidig aquaduct Z-N - bouw nieuw aquaduct ten oosten van huidig aquaduct Z-N - hergebruik huidig aquaduct N- voor regionaal (hoogtebeperkt) verkeer
rijstroken richting N-Z	2x 1 + vluchtstrook en 2 + vluchtstrook 	4 + vluchtstrook 	4 + vluchtstrook 
schematisatie doorsnede richting N-Z			
MCA	Variant 1	Variant 2	Variant 3
beoordelingscriteria	nieuw doelstrookaquaduct	nieuw aquaduct locatie oud	nieuw aquaduct oost
investeringskosten (± € 20 mln)	€ 60 mln.	€ 80 mln.	€ 80 mln. (ex. sloop oude aquaduct, incl. rijbaan-aanleg over 2,5 km)
bouwtijd	2 jaar	3 jaar	2 jaar
bouwhinder wegverkeer	ombouw rijstroken: 1 kwartaal	6-0 systeem via aquaduct Z-N: 3 jaar	6-0 systeem omleggen rijrichtingen: 1 kwartaal
bouwhinder vaarwegverkeer	gefaseerde stremming halve vaarweg gedurende ca. 2 jaar	gefaseerde stremming halve vaarweg gedurende ca. 3 jaar	gefaseerde stremming halve vaarweg gedurende ca. 2 jaar
veerkracht eindoplossing	+: mogelijk rijtaakverzwaring door keuzestress vlak voor onderdoorgang	+++ 2x4 + vluchtstrook in huidig wegprofiel	+: sterke slingering vlak voor onderdoorgang, wel 2x4+vluchtstrook
veiligheid tijdens uitvoering	bouwen tussen spooraquaduct en bestaand aquaduct	plaatsen scheiding vaarweg door huidige aquaduct heen, waterdicht krijgen, bouwen in droge bouwkuip	ongestoord bouwen nieuw aquaduct
technische uitvoerbaarheid		vluchtstrook	vluchtstrook, via toeritten
bereikbaarheid hulpdiensten expl.	elke tunnelbuis heeft eigen vluchtstrook		mogelijkheid tot extra vluchtroutes via oude aquaduct
duurzaamheid	behoud bestaand, bouw nieuw: geen hergebruik mogelijk	sloop bestaande, bouw nieuw: hergebruik mogelijk?	behoud bestaand, bouw nieuw: geen hergebruik mogelijk
toekomstvastheid	geen extra rijstrook in te passen	breedte kan uitgelegd worden op 5 rijstroken + vluchtstrook	breedte kan uitgelegd worden op 5 rijstroken + vluchtstrook

Tabel 2: MCA-tabel (zie bijlage 1 voor toelichting kosten)

Bijlage 1

Kosten zijn zeer globaal bepaald aan de hand van referentie van kosten van het huidige nieuwe aquaduct.

Deze is in 2010 opgeleverd, en heeft 60 miljoen euro gekost, investeringskosten.

**Rijkswaterstaat
Programma's, Projecten
en Onderhoud**
RWS-Ontwerpt

Datum
4 oktober 2018

Variant 1:

+10% indexering
- smaller kunstwerk
+ complexe uitvoering naast bestaand HSL en oud aquaduct
= 60 miljoen (±20 miljoen)

Variant 2:

+10% indexering
+sloop bestaand aquaduct
= 80 miljoen (±20 miljoen)

Variant 3:

+10% indexering
+aanleg 2,5 km rijbaan
= 80 miljoen (±20 miljoen)

Bijlage 2:

Mogelijke fasering "variant 2": sloop bestaande aquaduct en bouw nieuw

Rijkswaterstaat
Programma's, Projecten
en Onderhoud
RWS-Ontwerpt

Datum

