



RWS BEDRIJFSVERTROUWELIJK

Vraagspecificatie Herberekening en Versterkingsontwerp Avenhornerbrug in de A7 (Bruggen over de Beemsteruitwatering)

Bijlage A Vraagspecificatie

Zaaknummer: 31163428

Datum:	1-09-2021
Status:	Definitief
Versie	4.0



Colofon

Uitgegeven door	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Grote Projecten en Onderhoud
Datum	1-09-2021
Status	Definitief
Versienummer	4.0
Opgesteld door	Monica Yeung-Nicoreac, Arie Romeijn, Erwin Schoenmakers
Getoetst door	Frank van Dooren, Henk Tiemensma

Inhoud

Colofon	2
1 Inleiding	6
1.1 Identificatie	6
1.2 Begrippen.....	6
1.3 Projectdoelstellingen en -omschrijving	9
1.3.1 Projectdoelstellingen	9
1.3.2 Omschrijving door te rekenen en te versterken brugdelen.....	9
1.3.3 Beschikbare archiefinformatie.....	15
1.3.4 Omschrijving project Herberekening en Versterkingsontwerp Avenhornerbrug (A7).....	16
1.3.5 Normen en richtlijnen	17
1.3.6 Samenvatting beschikbare inspectierapportages	18
1.3.7 Overzicht stelposten	18
2 Projectfase 1: Uitgangspuntenfase	19
2.1 Doel Fase 1	19
2.2 Werkzaamheden Fase 1	19
2.3 Producten Fase 1.....	19
2.4 Eisen aan de producten Fase 1.....	20
2.4.1 Integraal Veiligheid Document (IVD)	20
2.4.2 Archiefinventarisatie.....	20
2.4.3 Digitaliseren van nog niet gedigitaliseerde archiefinformatie	20
2.4.4 Plan van Aanpak Aanvullend Onderzoek.....	21
2.4.5 Rapportage(s) Aanvullend Onderzoek	21
2.4.6 Constructieve Risicoanalyse.....	21
2.4.7 Plan van Aanpak Constructieve Inspectie	22
2.4.8 Rapportage Constructieve Inspectie	23
2.4.9 Plan van Aanpak rekmeetprogramma	23
2.4.10 Rapportage Installatie Meetopstelling	29
2.4.11 Rapportage ballastproef en validatie rekenmodel	29
2.4.12 Rapportage resultaten meetprogramma.....	30
2.4.13 Uitgangspuntennota (UPN)	30
2.5 Proceseisen Fase 1	35
3 Projectfase 2: Herberekeningsfase	36
3.1 Doel Fase 2	36
3.2 Werkzaamheden Fase 2	36
3.3 Producten Fase 2.....	36
3.4 Eisen aan de producten Fase 2.....	37
3.4.1 Rapportage verificatieberekening bestaande situatie	37
3.4.2 Rapportage(s) Verdiepende Berekeningen.....	40
3.4.3 Tussentijdse adviesmemo rooveren of vervangen	41

3.5	Proceseisen Fase 2	41
4	Projectfase 3: VO Versterkingsontwerp	42
4.1	Doel Fase 3	42
4.2	Werkzaamheden Fase 3	42
4.3	Producten Fase 3.....	43
4.4	Eisen aan de producten Fase 3.....	43
4.4.1	Rapportage variantenstudie Versterkingsontwerp	43
4.4.2	VO ontwerpnota Versterkingsontwerp (incl. tekeningen)	44
4.4.3	SSK Raming VO Versterkingsontwerp	45
4.4.4	Concept uitvoeringsmethode en planning	45
4.4.5	Concept V&G plan ontwerpfase	46
4.5	Proceseisen Fase 3	47
5	Projectfase 4: DO Versterkingsontwerp	48
5.1	Doel Fase 4	48
5.2	Werkzaamheden Fase 4	48
5.3	Producten Fase 4.....	48
5.4	Eisen aan de producten Fase 4.....	49
5.4.1	DO ontwerpnota Versterkingsontwerp (incl. tekeningen)	49
5.4.2	SSK Raming DO Versterkingsontwerp	50
5.4.3	Uitvoeringsmethode en planning	51
5.4.4	V&G plan ontwerpfase	51
5.5	Proceseisen Fase 4	51
6	Projectfase 5: Specificatiefase	52
6.1	Doel Fase 5	52
6.2	Werkzaamheden Fase 5	52
6.3	Producten Fase 5.....	52
6.4	Eisen aan de producten Fase 5.....	52
6.4.1	Technische specificatie(s) DO versterkingsontwerp	52
6.5	Proceseisen Fase 5	53
7	Eisen aan het Technisch Management	54
7.1	Algemene eisen aan het Technisch Proces	54
7.2	Toepassen Integraal Veiligheidsmanagement (IV)	54
8	Overzicht van bijlagen	55
Bijlage A1	RBK Staal d.d. 31-1-2017 (startdocument voor de NEN 8703)	56
Bijlage A3	Overzicht historische en toekomstige aantallen vrachtwagens per jaar	
(Nobs)	57	
Bijlage A4	Eisen t.a.v. scannen van archiefinformatie	58
Bijlage A5	Relevante inspectierapportages	62
Bijlage A6	Selectie van archieftekeningen	63
Bijlage A7	Digitaal tekeningenarchief	64
Bijlage A8	Archiefberekening.....	65
Bijlage A9	Fotoarchief	66
Bijlage A10	Werkinstructie behandelen kleine oppervlakken met chroom VI	
houdende conservering	67	
Bijlage A11	Vereist data-format rekmeetprogramma	68
Bijlage A12	Concept specificatie rekmeetprogramma	70
Bijlage A13	Integraal Veiligheid Plan (IVP)	72
Bijlage A14	Werkinstructie onderzoek chroom-6 en zware metalen in bestaande	
conserveringssystemen	73	
Bijlage A15	RTD 1004 - d.d. 21-12-2020	74

Bijlage A16	Productenlijst	75
Bijlage A17	Uitgangspuntennota Quick Scan	77

1 Inleiding

1.1 Identificatie

Deze Vraagspecificatie met bijlagen maakt onderdeel uit van de Overeenkomst met zaaknummer 31163428 ten behoeve van het uitvoeren van het project 'Herberekening en Versterkingsontwerp Avenhornerbrug'.

1.2 Begrippen

In deze Vraagspecificatie worden, naast de begrippen als vermeld onder "Begrippen" in de Projectvoorwaarden, onderstaande begrippen met een beginhoofdletter gebruikt. Met begrippen genoemd in het enkelvoud wordt tevens aangeduid de meervoudige betekenis. Indien in de tekst van deze Vraagspecificatie een begrip met beginhoofdletter wordt geschreven dan is onderstaande definitie van toepassing.

Aanvullend Onderzoek: Indien noodzakelijke informatie voor de herberekening van de brug of het ontwerpen van versterkingen ontbreekt in de beschikbare archiefinformatie en het inwinnen van deze informatie niet onder de scope van de uit te voeren Constructieve Inspectie valt, dan dient dit aangevuld te worden middels Aanvullend Onderzoek. Het kan hier bijvoorbeeld gaan om het in detail inmeten van bepaalde verbindingen in de brug of materiaalproeven voor het vaststellen van onbekende materiaaleigenschappen.

Acceptatie: Schriftelijke (in de meeste gevallen via email) aan de Opdrachtnemer gerichte mededeling waarin de Opdrachtgever verklaart geen bezwaar te hebben tegen door de Opdrachtnemer ter Acceptatie voorgelegde Documenten, zelfstandige hulppersonen, werkzaamheden, resultaten van werkzaamheden of wijzigingen.

Acute Maatregelen: Maatregelen die, gezien de resultaten van de werkzaamheden, geen uitstel kunnen hebben in relatie tot de veiligheid en beschikbaarheid van de brug.

Afwijking: Het niet voldoen aan een eis, kader of plan.

Beheerder: Regionaal organisatieonderdeel van Rijkswaterstaat – zie ook Regio - waar de Beheerobjecten in beheer zijn. De regio's zijn: Midden-Nederland (MN), Noord-Nederland (NN), Oost-Nederland (ON), West-Nederland Zuid (WNZ), West-Nederland Noord (WNN), Zee & Delta (ZD) of Zuid-Nederland (ZN). Elke Regio bestaat weer uit meerdere Districten, van waaruit het operationeel beheer wordt gedaan.

Beheerobject: Benaming volgens NEN2767-4, een standaard die bij RWS gehanteerd wordt in de beheersystemen, waaronder ULTIMO, DISK, Meridan, etc. Beheerobjecten bestaan uit een of meerdere objectdelen.

Complex: Een verzameling van een of meer Beheerobjecten. De Beheerobjecten bestaan op hun beurt weer uit een of meerdere objectdelen.

Constructieve Inspectie: Een visuele inspectie van het gehele object op handafstand, teneinde zeker en/of bij te stellen dat hetgeen in de archiefinformatie (as-built tekeningen, ontwerpberoekeningen, etc.) staat en in de Uitgangspuntennota wordt opgenomen overeenkomt met de werkelijkheid. Steekproefsgewijs dienen plaatdiktes, verbindingen en kritieke constructiedelen ingemeten te worden ter validatie van de geometrie. Daarnaast dienen schades, door bijvoorbeeld corrosie of aanvaringen/aanrijdingen vastgelegd te worden.

Constructieve Veiligheid (CV): Constructieve Veiligheid is een verzamelterm voor alle veiligheidsaspecten en -regelgeving met betrekking tot het voorkomen van (gedeeltelijk) constructief falen van constructies en de consequenties daarvan. Constructieve Veiligheid

heeft betrekking op zowel de statische sterkte (incl. stabiliteit) als de vermoeiings(rest)levensduur.

DISK: Data Informatie Systeem Kunstwerken. De Opdrachtnemer kan indien nodig toegang verleend worden tot het systeem DISK, waaruit de basisgegevens (registratiegegevens Beheerobject en voorlopige decompositie) kunnen worden opgehaald ten behoeve van de uit te voeren werkzaamheden. DISK is bedoeld voor Instandhoudingsadvisering.

District: Organisatorisch onderdeel van een Regio van waaruit het operationeel beheer wordt gedaan. Areaalgegevens worden vaak per District beheerd.

GPO: Grote Projecten en Onderhoud, een landelijk organisatieonderdeel van Rijkswaterstaat.

Herberekening: Volledige rekenkundige beschouwing van een bestaande brug op basis van de daarvoor geldende normen en kaders, ter beoordeling van de constructieve veiligheid en constructieve (rest)levensduur bij verbouw, gebruik en afkeuren, van alle Hoofdonderdelen, subonderdelen, verbindingen etc., op alle normaspecten, rekening houdend met het verleden, toekomstig gebruik en de staat van onderhoud, volgens de meest actuele normatieve inzichten (o.a. ROK, RBK en NEN normen). Binnen het herberekeningstraject wordt in deze vraagspecificatie onderscheid gemaakt tussen de initiële verificatieberekening en de Verdiepende Berekeningen.

Een verdere omschrijving van eisen die gesteld worden aan de Herberekening staat verderop in deze vraagspecificatie.

Hoofdconstructeur: constructeur die verantwoordelijkheid draagt voor alle constructieve aspecten van de herberekening of het versterkingsontwerp. Tevens is hij/zij belast met inhoudelijke aansturing en inhoudelijke controle van de (berekenings)rapportages van (deel)constructeurs om de samenhang en kwaliteit te borgen.

Hoofdonderdelen: De hieronder benoemde onderdelen van de vaste stalen brug waarvan in ieder geval de voor de Herberekening essentiële informatie (geometrie, dimensies, belasting, ontwerpnorm, materiaalkenmerken, leeftijd, conditie, soort, aantal, functie, indeling, etc.) visueel ondersteund in de Uitgangspuntennota wordt opgenomen:

1. hoofdligger: plaatligger;
2. einddwarsdrager inclusief console;
3. dek: samenwerkend beton;
4. oplegging;
5. voegovergang.

Dit zijn RWS-benamingen ten behoeve van dit project, niet persé conform NEN 2767-4.

Integrale Veiligheid: een gecoördineerde ketenbenadering voor alle in onderlinge samenhang beschouwde veiligheidsaspecten. Binnen dit project ligt weliswaar primair alle focus op constructieve veiligheid (en restlevensduur), maar secundair kunnen andere thema's zoals Arbeidsveiligheid, Machineveiligheid, Verkeersveiligheid, en wellicht ook Nautische Veiligheid, een rol spelen, bijvoorbeeld tijdens uitvoering van een inspectie of bij het maken van ontwerpkeuzes voor het versterkingsontwerp.

Nobs: N 'observed': het totale aantal zware (>5t) vrachtwagens, volgens het vermoeiingsbelastingmodel in bijlage A/B van de NEN 8701, per jaar en per (voornamelijk) door vrachtverkeer bereden rijstrook (in Nederland meestal de rechterrijstrook). Voor de statische sterkte is de Nobs aan het einde van de referentieperiode van belang; voor vermoeiing het verloop over de jaren. Tevens speelt bij vermoeiing ook het verkeerstype (lang, middellang of lokaal) een rol. In het algemeen wordt voor A-wegen langeafstandsverkeer aangehouden en voor N-wegen middellangeafstandsverkeer conform de NEN 8701.

Optioneel: Met de term Optioneel wordt in deze Vraagspecificatie Bijlage A bedoeld dat het wel of niet uitvoeren van bepaalde werkzaamheden afhankelijk is van de uitkomst van een voorgaande fase.

PPO: Rijkswaterstaat Programma's, Projecten en Onderhoud.

RBK: Richtlijnen Beoordeling Kunstwerken, een kader van Rijkswaterstaat.

Regio: Zie Beheerder. De term Regio wordt ook vaak gebruikt.

Rekmeetprogramma: Een programma van rekmetingen op belangrijke locaties in de brugconstructie met als doelstelling (1) het valideren en duiden van het rekenmodel o.b.v. invloedslijnen en (2) het over een langere periode vaststellen van spanningsspectra voor vermoeiingsberekeningen en extrapolatie naar ULS spanningen van het werkelijke belastingeffect. Een meetprogramma omvat over het algemeen een ballastproef (t.b.v. doelstelling 1) en een meting over een langere periode in normaal verkeer (t.b.v. doelstelling 2).

ROK: Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken, een kader van Rijkswaterstaat.

Technische Documentatie: De verzameling van tekeningen, berekeningen, artikelen, rapporten, handleidingen, voorschriften, foto's etc. waarin de voor het uitvoeren van ontwerp- en herberekeningen relevante informatie staat betreffende de geometrie, de materialisatie, de montagevolgorde, de dimensionering, de belasting, de in- of onderverdeling van een constructie of installatie, etc.

UC: Unity Check, zijnde de verhouding tussen de in een grenstoestand berekende belastingeffecten van een constructie(deel) en de genormeerde capaciteit daarvan.

Uitgangspuntennota (UPN): Document waarin de uitgangspunten en brugkenmerken worden beschreven die nodig zijn voor een beoordeling van de Constructieve Veiligheid en (rest)levensduur zoals in dit project gedefinieerd. Een verdere omschrijving van eisen die gesteld worden aan de UPN staat verderop in deze vraagspecificatie.

VenR: Vervanging en Renovatie, een programma van Rijkswaterstaat waarbinnen nu en in de komende jaren inzicht opgebouwd wordt in het moment van noodzaak van vervanging of renovatie van Kunstwerken, alsmede de programmering en uitvoering daarvan.

Verdiepende Berekeningen: Een Verdiepende Berekening betreft een berekening die wordt uitgevoerd volgend op een initiële berekening, omdat er in de initieel afgesproken toetsingsmethode aannames zitten waardoor de toetsing een te positief of te negatief beeld presenteert. Enkele voorbeelden van Verdiepende Berekeningen:

- Fysisch en geometrisch niet-lineaire berekeningen van plaatvelden om het gunstige effect van de randinklemming door naastgelegen velden mee te nemen;
- rekenmodel met volume-elementen van een lasdetail, omdat er op basis van het model met plaalementen meer spreiding van spanningen wordt verwacht waardoor de hot-spot spanningen lager uitvallen;
- een model m.b.v. effective notch methode om een detailcategorie af te leiden.

De rekenmodellen en berekeningen die nodig zijn om alle te toetsen aspecten realistisch en niet conservatief te kunnen verkrijgen vallen niet onder Verdiepende Berekeningen. Enkele voorbeelden van zaken die niet tot een Verdiepende Berekening behoren:

- Rekenmodellen met plaalementen, los of geïntegreerd in het hoofdmodel, om de krachswerking in een knoop te kunnen beschrijven en/of de (rotatie)stijfheden van een verbinding te kunnen bepalen;
- een volume-elementenmodel van een ankerstoel omdat de spanningen door de gedrongen constructie niet goed met een plaatmodel beschreven kunnen worden;
- plaatmodellen van constructieonderdelen, los of geïntegreerd in het hoofdmodel, om spanningsconcentraties mee te nemen t.g.v. geometrie veranderingen (bv. verbindingen of gaten);

- plaatmodellen van dwarsdragers, indien nodig incl. aansluitingen met de hoofdliggers of middenliggers, om de dwarsbuiging in de onderflens correct te kunnen bepalen.

Versterkingsontwerp: Een ontwerp op DO-niveau, uitgaande van een minimale veiligheidsniveau behorend bij verbouw, conform daarvoor geldende normen en kaders volgens de meest actuele normatieve inzichten, o.a. RWS-richtlijnen (RTD's) en NEN-normen. Het Versterkingsontwerp behelst niet alleen het benodigd rekenwerk maar tevens de uitwerking van het ontwerp met DO-tekening(en) die rechtstreeks zonder aanvullend rekenwerk kan worden vertaald tot UO-tekening(en).

1.3 Projectdoelstellingen en -omschrijving

1.3.1 Projectdoelstellingen

Het doel van het project Herberekening en Versterkingsontwerp Avenhornerbrug is het verkrijgen van rekenkundig onderbouwd inzicht in de constructieve veiligheid van de brug waarbij voldaan wordt aan de vigerende normatieve of door RWS gestelde eisen hiervoor. Hiertoe dient een algehele constructieve herberekening van de bovenbouw van de brug, incl. betondek, op zowel sterkte (inclusief globale stabiliteit, staafstabiliteit, plaatstabiliteit, effectieve breedte en afschuifverbinding van de staalbetonliggers) als vermoeiing te worden uitgevoerd.

Ingeval van onvoldoende sterkte of vermoeiingslevensduur dient een versterkingsontwerp tot op DO niveau geproduceerd te worden, incl. technische specificaties van het ontwerp voor opname in een realisatiecontract.

Ingeval van onvoldoende sterkte van het betondek volgt nadere afstemming met de OG over hoe hier verder mee om te gaan.

Door middel van de voorliggende vraagspecificatie wordt deze projectscope uitgevraagd. De herberekening van de brug, inclusief het definitief ontwerp en specificatie van de benodigde versterkings- en/of beheersmaatregelen, heeft tot doel om de brug weer te laten voldoen aan de vereiste norm- en RBK-veiligheid voor een beoogde restlevensduur van minimaal 30 jaar. Toetsing dient plaats te vinden volgens RBK 1.1 (incl. bijlage A1 van deze vraagspecificatie) en ROK 2.0 op basis van gebruiksniveau voor de bestaande/gehandhaafde constructiedelen en minimaal verbouwniveau voor versterkte doorsneden, inclusief 30 jaar restlevensduur voor vermoeiing.

De Avenhornerbrug complex bestaat uit 2 qua vorm en constructie identieke bruggen. Met betrekking tot de herberekening van de brug, kan er worden volstaan met één brug, bijv. Avenhornerbrug Oost of Avenhornerbrug West. Echter bestaat een kans dat de benodigde versterkingsscope verschillend is voor de twee bruggen (bijv. door een verschil in de aangetroffen schade veroorzaakt door corrosie).

1.3.2 Omschrijving door te rekenen en te versterken brugdelen

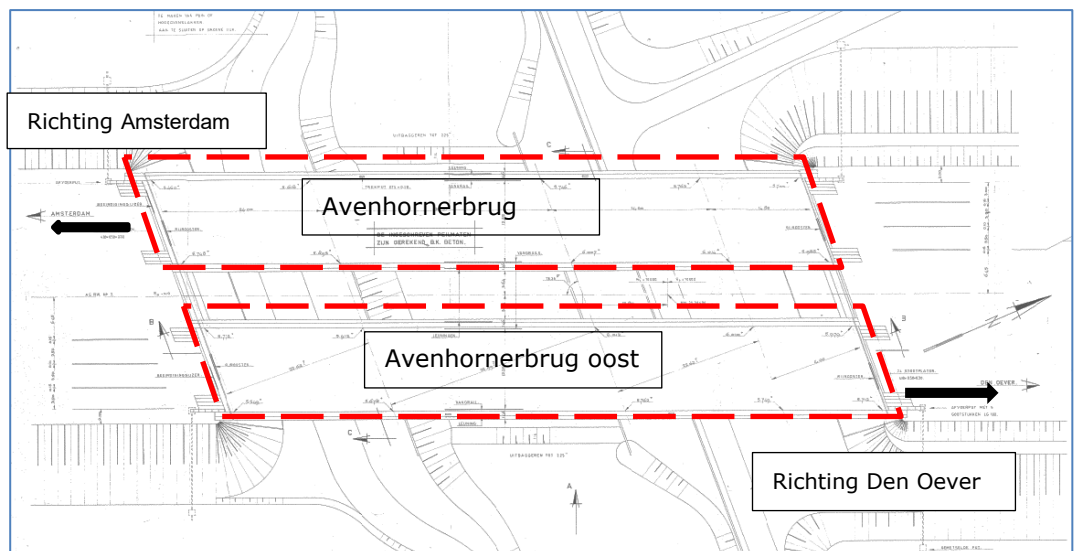
De Avenhornerbrug bevindt zich in de rijksweg 7 (A7) in de gemeente Oudendijk (tussen Purmerend en Hoorn), over de Beemsteruitwatering kanaal. De brugcomplex bestaat uit twee bruggen afzonderlijk van elkaar: Avenhornerbrug Oost (beheercode 19E-102-01) en Avenhornerbrug West (beheercode 19E-102-02), zie Figuur 1. Iedere van de twee bruggen heeft een hoofdrijbaan met 2 rijstroken en een brede vluchtstrook (aan de rechter kant) voor verkeer in één richting: over de oostelijke brug rijdt het verkeer richting noorden (richting Den Oever) en over de westelijke brug rijdt het verkeer richting zuiden (richting Amsterdam). Per brug zijn er 4 overspanningen van 24,0 m – 35,0 m – 24,0 m – 14,85 m, zie Figuur 2 en Figuur 3. De huidige opdracht gaat over beide bruggen, zoals met rode kaders aangegeven in Figuur 2.

De bruggen zijn identiek qua vorm en constructie. Het stichtingsjaar van de bruggen is 1976 en ze zijn ontworpen op basis van klasse 60 verkeer (cf. VOSB 1963). De

hoofddraagconstructie van iedere brug is opgebouwd uit een betonnen dek ondersteund door vijf(5) evenwijdig lopende stalen hoofdliggers met stalen dwarsdragers boven de steunpunten. Er is sprake van staalbeton liggers doordat er stiftdeuvels zijn toegepast op de bovenflenzen van de hoofdliggers, die tevens geïntegreerd zijn in het betondek.

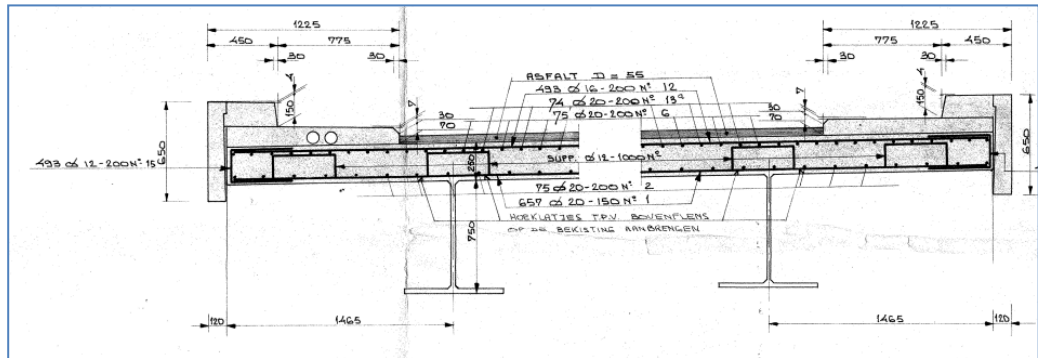


Figuur 1 Avenhornerbrug in de A7 over de Beemsteruitwatering kanaal



Figuur 2 Scope van de herberekening (tek. B23253)

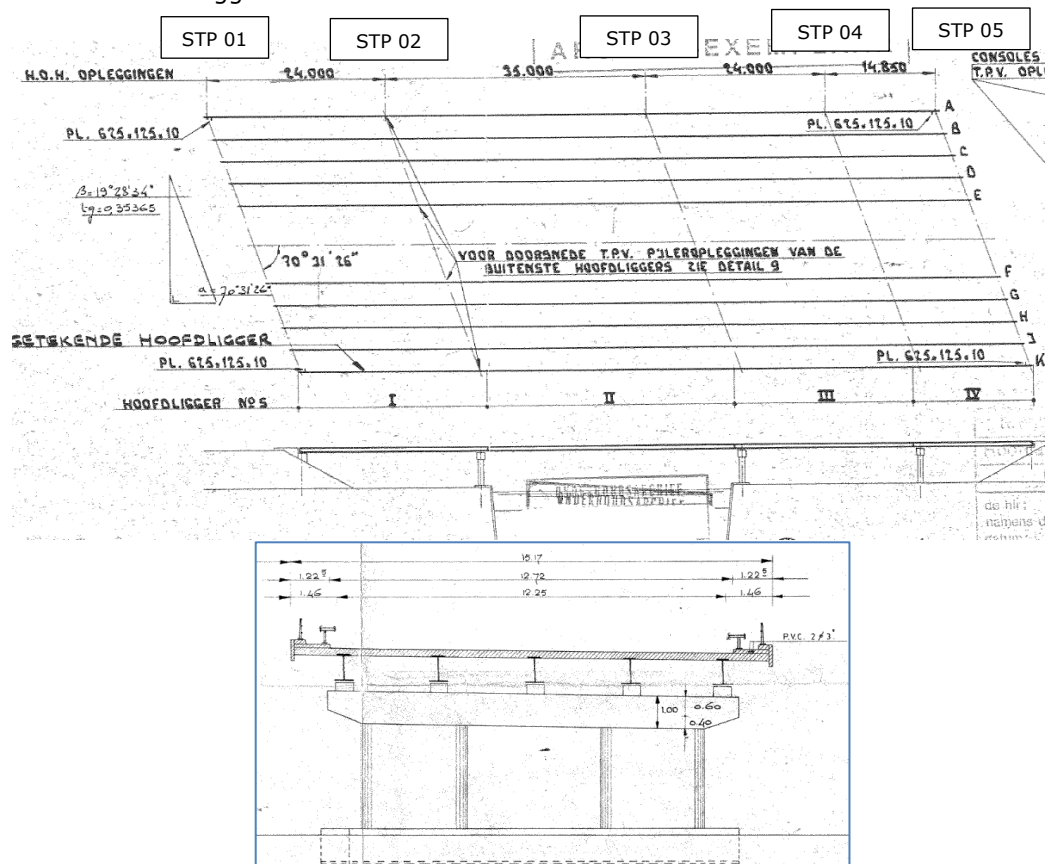
Het betonnen dek heeft een totale breedte van 15.2 m en een dikte van 250 mm. Aan weerszijde van het dek zijn er in het werk gestorte schampstroken met een prefab randprofiel, zie Figuur 3. Het betondek uitgevoerd in gewapend grindbeton is met stiftdeuvels verbonden aan de 5 samengestelde stalen plaatliggers. Conform archieftekening B27970-10 is het betondek van betonkwaliteit B22.5. In 2014 is materiaalonderzoek naar de druk- en splijtsterkte van het betondek uitgevoerd, zie doc. 19E-102-05/06 van Bijlage A5. Uit dit onderzoek volgt een karakteristieke waarde voor de kubusdruksterkte van 48 N/mm².



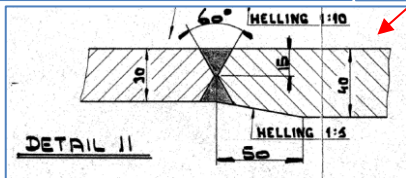
Figuur 3 Dwarsdoorsnede van de rijvloer (tek. B27970)

De stalen hoofdliggers zijn uitgevoerd als doorgaande liggers (statisch onbepaald) op 5 steunpunten, zie Figuur 4. Iedere stalen hoofdligger is uitgevoerd als een samengestelde I-liggers met deuvels gelast op de bovenflens. In de nabijheid van de tussensteunpunten neemt de dikte en de breedte van bovenflens en onderflens toe (gerelateerd aan de momentenlijn), zie Figuur 5. De hoofdliggers zijn vervaardigd uit 4 secties die met elkaar zijn verbonden door middelen van boutverbindingen. De liggers zijn uitgevoerd in weervaststaal (Cortenstaal) Fe510.

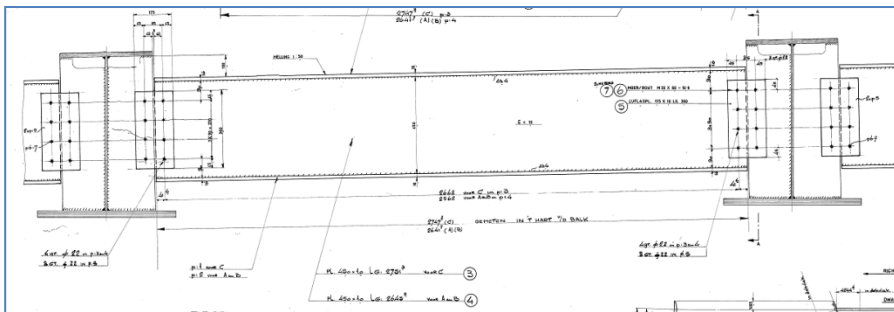
Ter plaatse van de tussensteunpunten zijn er tussendwarsdragers (dwarsverbanden) aanwezig en ter plaatse van de eindsteunpunten zijn er einddwarsdragers aanwezig, zie Figuur 6 en Figuur 7. De dwarsdragers zijn uitgevoerd als samengestelde I-liggers van weervaststaal Fe360. De einddwarsdragers zijn voorzien van consoles bevestigd aan de buitenste hoofdliggers.



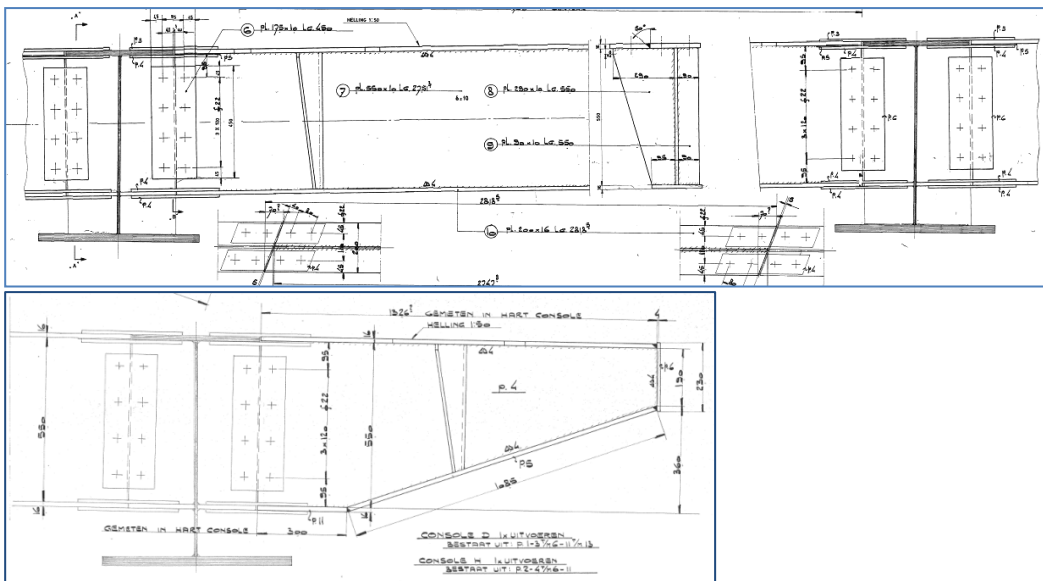
Figuur 4 Boven aanzicht, langsdoorsnede en dwarsdoorsnede hoofdliggers (tek. 27652-1 en B23253)



Figuur 5 Hoofdligger geometrie met details in boven- en onderflens (tek. 27652-1/A60803).



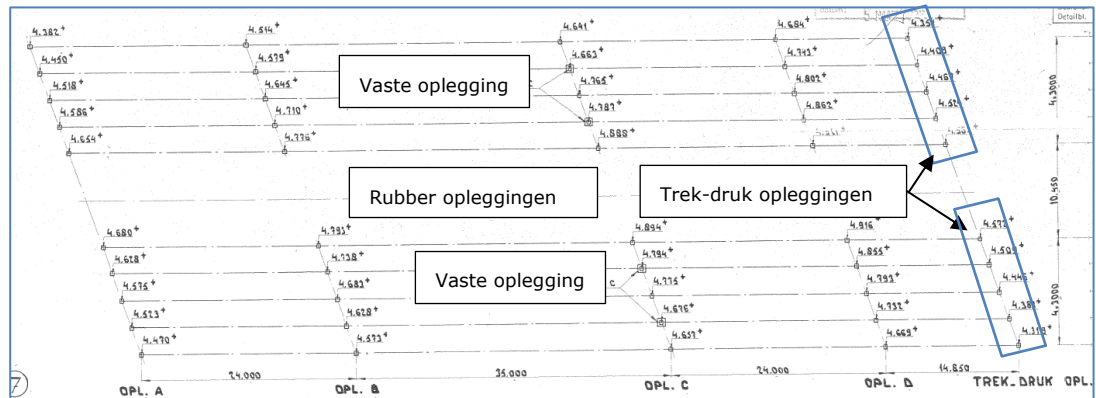
Figuur 6 Tussendwarsdragers t.p.v. de tussensteunpunten (tek. 27652-5)



Figuur 7 Einddwarsdragers t.p.v. de landhoofden (tek. 27652-3) met consoles (tek. 27652-9)

De bovenbouw steunt op rubberen opleggingen (steunpunten 1 t/m 4) en trek-drukopleggingen bij de landhoofd van de kortste overspanning (steunpunt 5), zie Figuur 8 en Figuur 9. Bij steunpunt 3 zijn er per brug 2 vaste rubberopleggingen met dwars- en langsfixatie en beperkte bewegingsvrijheid in dwarsrichting. De trek-drukopleggingen

hebben een beperkte bewegingsvrijheid in langrichting (50 mm) en in dwarsrichting (10 mm). De middelste trek-drukoplegging (1 per brug) is gefixeerd in dwarsrichting.



Figuur 8 Overzicht van opleggingen (tek. 27652-7)



Figuur 9 (Links) Trek-drukoplegging en (rechts) rubberoplegging (tek. A 60811 en 27652-7)

Het huidige voegsysteem per brug bestaat uit enkelvoudige voegovergangen met klauwprofielen en rubberen afdichtingsprofiel ter plaatse van steunpunt 1 (zuidelijke landhoofd) en steunpunt 5 (noordelijke landhoofd), zie Figuur 10. De oorspronkelijke voegovergangen van beide bruggen zijn in 2014/2015 gemodificeerd (deels vervangen) als gevolg van geconstateerde lekkage en corrosieschade aan de bestaande voegovergangen.



Figuur 10 (Links) Enkelvoudige voegovergang bij steunpunt 1 en (rechts) enkelvoudige voegovergang bij steunpunt 5 (tek. 501934-1 en 501934-5/6)

De onderbouw bestaat uit twee landhoofden en drie tussensteunpunten gefundeerd op palen van voorgespannen beton. Aan de waterzijde van steunpunt 2 en 3 zijn stalen damwanden aanwezig. Iedere landhoofd is samengesteld uit een funderingssloof met een opgaande grondkerende wand voorzien van 2 vleugelwanden. Ieder tussensteunpunt is samengesteld uit twee funderingssloven met twee wanden die aan de bovenzijde voorzien zijn van een doorgaande oplegbalk over de twee wanden, zie Figuur 11.



Figuur 11 Tussensteunpunt met twee wanden en oplegbalk

Montage van de Avenhornerbrug

De bruggen zijn in de fabriek in delen gefabriceerd en vervolgens naar de bouwplaats getransporteerd. In de eerste bouwfase zijn de hoofdliggers nr. I (eerste overspanning, tussen steunpunt 1 en 2) geplaatst gevolgd door de hoofdliggers nr. IV (kortste overspanning). Daarna zijn de hoofdliggers II en III (tweede en derde overspanning) geplaatst. Tussen de hoofdliggers zijn de(eind-) dwarsdragers en de tijdelijke montageverbanden aangebracht. De montageverbanden zijn aangebracht om de stabiliteit van de stalen liggers bij het storten van het betondek te borgen. Na het verharderen van het betondek zijn de montageverbanden verwijderd en de hoofdligger zijn door afvrijzen in definitieve zeeg gebracht. De opgelegde verplaatsing van de hoofdligger t.p.v. de tussensteunpunten is gedaan om het negatieve steunpuntsmoment, en daarmee trekspanning in het betondek, te verlagen. De grootte van de opgelegde verplaatsingen is uit het archief te achterhalen. In de herberekening dient er rekening te worden gehouden met de bouwfaserings (inclusief opgelegde verplaatsingen) van de brug.

De hoofdliggers hebben op verschillende locaties een knik in de onderflens die waarschijnlijk sinds het bouw aanwezig is, zie Figuur 12. Vermoedelijk is dit veroorzaakt door de methode van aanbrengen van een zeeg in de liggers.



Figuur 12 Knik in de onderflens van de hoofdliggers veroorzaakt (waarschijnlijk) door het aanbrengen van de zeeg tijdens het bouw

1.3.3 Beschikbare archiefinformatie

De beschikbare archiefinformatie van de Avenhornerbrug bestaat op hoofdlijnen uit een dossier B 1439 met daarin tekeningen en bestekken vanuit het ontwerp/bouw van de brug. Er zijn geen ontwerpberekeningen van de bovenbouw in het archief aangetroffen, alleen van de onderbouw. In Bijlage A7 is een overzicht gegeven van de archief inhoud met onderscheid (kleuren) in de beschikbaarheid in digitale vorm:

- in rood aangegeven documenten die nog niet gedigitaliseerd zijn;
- in groen aangegeven documenten die reeds digitaal beschikbaar zijn (ook in verschillende RWS beheersystemen).

In het archief zijn er twee relatief recente berekeningen van de brug aangetroffen die een beperkte scope hebben. De eerste berekening is uitgevoerd in 2006 door Wagemaker adviesbureau en heeft als aanleiding het vervangen van het asfalt in kader van Groot Onderhoud. Hiervoor werd onderzocht de invloed van tijdelijke rijstrookindelingen te gebruiken bij de realisatie op de constructieve veiligheid van de brug: een 3-1 indeling met 3 rijstroken (2 in een richting en 1 in de andere richting) op een brug en 1 rijstrook op de andere brug en een 4-0 indeling met 4 rijstroken (2 rijstroken per richting) op een brug en geen verkeer op de andere brug. De tweede berekening is in 2013 uitgevoerd door Nebest en is gebaseerd op de bevindingen van een programmeringsinspectie uit 2009. Bij deze inspectie is er corrosieschade aangetroffen aan de hoofddraagconstructie van de brug en dat heeft aanleiding gegeven om een herberekening van de brug uit te voeren rekening houdend met de corrosieschade (materiaalafname). Echter is de omvang van de herberekening aanzienlijk beperkt: de constructie is getoetst op optredende momenten en dwarskrachten. Afgezien van de beperkte scope en de beperkte diepgang van die berekeningen zijn, laten de bestaande herberekeningen UC-waarden zien die aanleiding geven voor het opstellen van een Herberekening conform huidige regelgeving/RWS-richtlijnen.

1.3.4 Omschrijving project Herberekening en Versterkingsontwerp Avenhornerbrug (A7)

Het project Herberekening en Versterkingsontwerp Avenhornerbrug (A7) bestaat op hoofdlijnen uit de volgende activiteiten. De exacte scope en omvang hiervan is in hoofdstuk 2 t/m 6 van deze vraagspecificatie nader gedefinieerd. Een samenvatting van de te leveren producten is gegeven in Bijlage A16.

Projectfase 1:Uitgangspuntenfase

- Het inventariseren, analyseren en ordenen van alle beschikbare archiefinformatie van de brug;
- Het digitaliseren van nog niet digitaal beschikbare delen van het archief;
- Het aanvullen van ontbrekende archiefinformatie middels Aanvullend Onderzoek en/of inspecties;
- Het uitvoeren van een constructieve risicoanalyse om aandachtspunten voor een Constructieve Inspectie te bepalen;
- Het uitvoeren en rapporteren van een algehele/integrale Constructieve Inspectie;
- Het uitvoeren en rapporteren van een rekmetingen, incl. ballastproef;
- Het uitvoeren en rapporteren van een vergelijking tussen rekmetingen en rekenmodel, en indien nodig het aanpassen/kalibreren van het rekenmodel hiervoor;
- Het opstellen en rapporteren (en na de Herberekening en Verdiepende Berekeningen bijwerken uit latere fases) van een Uitgangspuntennota (UPN) inclusief een berekeningsplan.

Projectfase 2: Herberekeningsfase

- Het uitvoeren en rapporteren van een initiële verificatieberekening m.b.v. een FE rekenmodel van de bestaande situatie (op zowel sterkte, stabiliteit als vermoeiing);
- Het uitvoeren en rapporteren van Verdiepende Berekeningen, inzoomend op constructie-elementen, verbindingen en/of specifieke toetsingsaspecten welke bij de initiële berekeningen in onvoldoende detail zijn meegenomen met een naar verwachting te negatief of te positief resultaat t.a.v. de constructieve veiligheid en/of de (rest)levensduren en waar dit in overleg met opdrachtgever kansrijk wordt geacht;
- Het opstellen van een advies aan Opdrachtgever over de verwachte haalbaarheid van een versterkingsvariant in vergelijking tot vervanging.

Projectfase 3: VO Ontwerpfase

- Het uitvoeren en rapporteren van een variantenstudie naar versterkingsopties en het opstellen van Trade-off Matrices (TOM's) per onderdeel voor het bepalen van de optimale versterkingsvariant;
- Het opstellen en rapporteren van een versterkingsontwerp op VO-niveau (tekeningen en berekeningen). Het VO kan onderdeel zijn van de variantenstudie onder punt (12), afhankelijk van de aard van de versterkingen.

Projectfase 4: DO ontwerpfase

- Het uitwerken en rapporteren van het versterkingsontwerp tot op DO-niveau (tekeningen en berekeningen);
- Het herhalen en rapporteren van een verificatieberekening voor de versterkte/toekomstige situatie (onderdeel van het DO, dus in samenhang met het voorgaande punt).

Projectfase 5: Specificatiefase

- In deze fase worden voor het DO-versterkingsontwerp technische specificaties opgesteld waarin per onderdeel van het versterkingsontwerp een omschrijving wordt gegeven en de technische eisen die gesteld worden aan de uitvoering worden vastgelegd, zoals volgorde van afsluitingen, benodigde afsluitingen van de brug en beperkingen voor het UO om het beoogde eindresultaat met voldoende kwaliteit te behalen. De specificaties dienen qua taalgebruik en volledigheid dusdanig opgesteld te worden dat ze samen met de DO tekeningen in het realisatiecontract

kunnen worden opgenomen.

Overige activiteiten (projectfases overkoepelend)

- Het opstellen en rapporteren van een uitvoeringsmethode en planning voor het uitvoeren van de versterkingsmaatregelen (zowel in de VO als DO fase);
- Het opstellen en rapporteren van een SSK-raming voor het versterkingsontwerp (zowel in de VO als DO fase);
- Het opstellen en rapporteren van een V&G plan ontwerpfase, inclusief RI&E, waarin is vastgelegd hoe veiligheidsoverwegingen voor de realisatiefase zijn meegenomen in de ontwerpkeuzes van het versterkingsontwerp (zowel in de VO als DO fase);
- Het voorbereiden, organiseren en notuleren van technische overleggen gedurende de gehele doorlooptijd van het project;
- Het voor een periode van 12 maanden na acceptatie van het definitieve DO versterkingsontwerp door Opdrachtgever beschikbaar zijn voor vragen over het versterkingsontwerp in relatie tot de (voorbereiding van de) aanbesteding van het realisatiecontract;
- Het opstellen van een Integraal VeiligheidsDocument (IVD) waarin Opdrachtnemer beschrijft hoe Integraal Veiligheidsmanagement gedurende de uitvoering van het project "Herberekening en Versterkingsontwerp Vaste Stalen Brug" wordt toegepast (zie paragraaf 7.2).

1.3.5 Normen en richtlijnen

De Opdrachtnemer wordt geacht bekend te zijn met wetten, reglementen, normen, praktijkrichtlijnen, aanbevelingen, beoordelingsrichtlijnen of andere publicaties die niet zijn opgenomen in deze vraagspecificatie, maar van belang zijn of van toepassing zijn bij de door hem uit te voeren diensten en de door hem te leveren producten.

Ten behoeve van de herberekening en het versterkingsontwerp van de Avenhornerbrug zijn met name de onderstaande normen en richtlijnen van toepassing (in deze rangorde):

- 1) De Richtlijnen Beoordelen Kunstwerken (RBK) versie 1.1, inclusief NEN 8700, NEN 8701;
- 2) De in Bijlage A1 opgenomen concept RBK staal/concept startdocument voor NEN 8703;
- 3) De Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken (ROK) versie 2.0, inclusief alle bijlages;
- 4) RTD 1004, Resultaatsbeschrijving ontwerpdocumenten kunstwerken.

Genoemde richtlijnen en de daarin opgenomen doorverwijzingen naar andere normen en richtlijnen zijn onverkort van kracht. Alle normtoetsingen zijn van toepassing. In deze vraagspecificatie worden sommige normen specifiek genoemd en/of nader in- of aangevuld waarbij deze nadere in- of aanvullingen gelden als specifieke eis of informatie.

De richtlijnen RBK en ROK kunnen worden gedownload via:

<https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/werken-aan-infrastructuur/bouwrichtlijnen-infrastructuur/index.aspx>

In het geval van verschillen tussen bovenstaande normen en richtlijnen dient bovenstaande rangorde aangehouden te worden. In het geval van verschillen tussen de RBK, RBK Staal en NEN 8700/8701 dient de meest conservatieve aangehouden te worden.

In het geval van conflicterende informatie waarbij deze keuze niet eenduidig te maken valt dient in afstemming met de Opdrachtgever een keuze gemaakt te worden en dient dit vastgelegd te worden in de Nota van Uitgangspunten voorafgaand aan het gebruik ervan.

Voor de definitie van de scope en diepgang van VO en DO ontwerpdocumentatie wordt verwezen naar de RTD1004, waarbij de voorliggende vraagspecificatie verschillende aanvullingen op deze RTD1004 bevat, specifiek voor herberekeningen en versterkingen.

1.3.6 Samenvatting beschikbare inspectierapportages

Rapportages van recente inspecties zijn opgenomen in de RWS applicatie Data Informatie Systeem Kunstwerken (DISK). De meest recente rapportages zijn opgenomen als Bijlage A5 bij dit document en betreffen:

Inspectierapport programmeringsinspectie Avenhornerbrug oost (19E-102-01) en Avenhornerbrug west (19E-102-02) – 2010

Dit betreft een programmeringsinspectie uitgevoerd eind 2009. Er is corrosieschade geconstateerd aan de hoofddraagconstructie, vooral bij de onderflens van de hoofdliggers t.p.v. steunpunt 2 en 3 (rivierpijlers) en onder de voegconstructies van steunpunt 1. De oorspronkelijke meervoudige voegconstructie vertoonde lekkage (deze is inmiddels vervangen). Er is schade aangetroffen aan de rubberopleggingen in de vorm van scheuren in het rubber en afgedrukte betonschollen.

Naar aanleiding van de resultaten van de programmeringsinspectie is er een herberekening van de brug met beperkte scope uitgevoerd.

Programmeringsinspectie Nadere Onderzoeken II (Herberekening Nebest 2013)

Betreft een nader onderzoek in de vorm van een herberekening van de brug met beperkte scope naar aanleiding van de bevindingen uit de programmeringsinspectie van 2009.

Materiaalonderzoek Bruggen, 19E-102-01/02 Avenhornerbrug Oost en West (Witteveen en Bos, 2014)

Betreft twee rapportages van het onderzoek uitgevoerd naar de druksterkte van de betonconstructie (rijdek) met behulp van boorkern. De boorkernen zijn uit het betonnen rijdek van zowel de oostelijke brug als de westelijke brug gehaald. De uit de proeven vastgestelde karakteristieke waarde van de kubusdruksterkte is gelijk aan 48 N/mm².

Viaduct Beemsteruitweg A7 - Staaldiktemetingen 2021

In 2021 is een nadere onderzoek/inspectie uitgevoerd door AnteaGroup naar de materiaalafname van de staalconstructie. Er zijn staaldiktemetingen uitgevoerd van de hoofdliggers (t.p.v. de landhoofden en 4^{de} overspanning) en van de einddwarsdragers (inclusief consoles).

Er zijn diverse recente inspecties uitgevoerd. De resultaten uit deze inspecties kunnen meegenomen worden bij het opstellen van het 'Plan van Aanpak Constructieve Inspectie'.

1.3.7 Overzicht stelposten

In deze vraagspecificatie wordt een stelposten voorgeschreven voor onderdelen van de projectscope die verplicht bij een voorgeschreven partij ingekocht moeten worden of waarvoor de exacte scope van tevoren onbekend is. Het gaat hier om de volgende onderdelen:

- Onderdeel 1: Archiefinventarisatie en digitaliseren archiefinformatie, zie paragraaf 2.4.2 en 2.4.3;
- Onderdeel 2: Aanvullend Onderzoek inclusief rapportage(s) en Plan van Aanpak, zie paragraaf 2.4.4 en 2.4.5;
- Onderdeel 3: Laten analyseren van de resultaten van de rekmetingen door TNO inclusief rapportage(s) TNO, zie paragraaf 2.4.9;
- Onderdeel 4: Bereikbaarheidsvoorzieningen en verkeersmaatregelen voor inspecties.

2 Projectfase 1: Uitgangspuntenfase

2.1 Doel Fase 1

Het overkoepelende doel van deze fase is om alle uitgangspunten die nodig zijn voor het uitvoeren van een algehele constructieve herberekening van de brug te verzamelen, analyseren en vast te leggen in een Uitgangspuntennota. Input hiervoor vormen een archiefonderzoek, een constructieve risicoanalyse, een constructieve inspectie en (de start van) een rekmeetprogramma. Daarnaast dient door de Opdrachtnemer het Integraal Veiligheid Document (IVD) te worden opgesteld.

2.2 Werkzaamheden Fase 1

De volgende werkzaamheden maken onderdeel uit van Projectfase 1:

- 1) Het opstellen van het Integraal Veiligheid Document (IVD);
- 2) Het opvragen, inventariseren, analyseren en ordenen van alle beschikbare archiefinformatie van de brug. Hierbij dient zowel het technische archief van Rijkswaterstaat GPO als het technische archief van de Beheerder geraadpleegd te worden;
- 3) Het digitaliseren van nog niet digitaal beschikbare delen van het archief;
- 4) Het aanvullen van ontbrekende archiefinformatie middels Aanvullend Onderzoek of inspecties;
- 5) Het uitvoeren en rapporteren van een constructieve risicoanalyse om aandachtspunten voor een Constructieve Inspectie te bepalen;
- 6) Het uitvoeren en rapporteren van een algehele Constructieve Inspectie;
- 7) Het uitvoeren en rapporteren van een rekmeetprogramma, incl. ballastproef;
- 8) Het uitvoeren en rapporteren van een vergelijking tussen rekmetingen en rekenmodel, en indien nodig het aanpassen/kalibreren van het rekenmodel hiermee;
- 9) Het opstellen en rapporteren van een Uitgangspuntennota (UPN).

2.3 Producten Fase 1

De producten die in deze fase opgeleverd moeten worden zijn minimaal:

- 1) Integraal Veiligheid Document (IVD);
- 2) Archiefinventarisatie;
- 3) Digitale versies van nog niet gedigitaliseerde archiefinformatie;
- 4) Plan van Aanpak Aanvullend Onderzoek;
- 5) Rapportage(s) Aanvullend Onderzoek;
- 6) Constructieve Risicoanalyse;
- 7) Plan van Aanpak Constructieve Inspectie
- 8) Rapportage Constructieve Inspectie
- 9) Plan van Aanpak Rekmeetprogramma
- 10) Rapportage installatie meetopstelling;
- 11) Rapportage ballastproef en validatie rekenmodel;
- 12) Rapportage resultaten rekmeetprogramma;
- 13) Uitgangspuntennota (UPN).

De unieke nummering van deze producten is in Bijlage A16 overgenomen met toevoeging AV, Avenhornerbrug.

2.4 Eisen aan de producten Fase 1

2.4.1 Integraal Veiligheid Document (IVD)

Het IVD dient:

- 1) Aan te sluiten bij het door Opdrachtgever aangeleverde Integraal Veiligheid Plan (IVP) inclusief Ontwerp RI&E, zie paragraaf 7.2 en bijlage A13.

2.4.2 Archiefinventarisatie

Toelichting: Opdrachtnemer dient alle bij Opdrachtgever beschikbare archiefinformatie op te vragen en te inventariseren.

De archiefinventarisatie dient:

- 1) Te bevatten de in de archieven van RWS gevonden informatie, documenten, tekeningen en berekeningen en deze op een overzichtelijke en gestructureerde manier te ordenen en presenteren;
- 2) Geleverd te worden in Microsoft Excel formaat, met aanklikbare hyperlinks naar de betreffende archiefdocumenten. Eventueel andere bestandsformaten in overleg met Opdrachtgever;
- 3) De archiefstukken te beoordelen op volledigheid, relevantie en bruikbaarheid voor de uit te voeren werkzaamheden;
- 4) In combinatie met eventueel nog te digitaliseren stukken (zie paragraaf 2.4.3) ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

In het kader van het project "Quick Scan Stalen Bruggen" heeft reeds een archiefinventarisatie voor veel stalen bruggen plaatsgevonden, welke is verwerkt in Meridian. Opdrachtnemer dient deze archiefinventarisatie, indien aanwezig, als startpunt te nemen.

2.4.3 Digitaliseren van nog niet gedigitaliseerde archiefinformatie

Gevonden archiefstukken die nog niet in digitaal formaat beschikbaar zijn dienen:

- 1) Gedigitaliseerd te worden;
- 2) Gebundeld in 1 zending in combinatie met de archiefinventarisatie (zie paragraaf 2.4.2) ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

De kosten voor 2.4.2 en 2.4.3 worden betaald van de stelpost.

2.4.4 Plan van Aanpak Aanvullend Onderzoek

Toelichting: Indien noodzakelijke informatie voor de herberekening van de brug of het ontwerpen van versterkingen ontbreekt in de beschikbare archiefinformatie en het inwinnen van deze informatie niet onder de scope van de uit te voeren Constructieve Inspectie valt, dan dient dit aangevuld te worden middels Aanvullend Onderzoek. Het kan hier bijvoorbeeld gaan om het in detail inmeten van bepaalde verbindingen in de brug of materiaalproeven voor het vaststellen van onbekende materiaaleigenschappen.

Het plan van aanpak voor Aanvullend Onderzoek dient:

- 1) Opgesteld te worden op basis van de archiefinformatie;
- 2) Een volledige omschrijving te bevatten van de scope, doelstelling en aanpak van het beoogde onderzoek, inclusief planning en kostenraming, waar nodig onderbouwd met offertes van derde partijen;
- 3) Slechts een voorstel(len) voor onderzoek(en) te bevatten welke niet op een andere wijze (expert judgement, navraag bij RWS, kort literatuuronderzoek) in te vullen is/zijn;
- 4) Een verwijzing naar het Integraal Veiligheid Document (IVD) te bevatten waar is beschreven hoe de risico's gedurende de werkzaamheden beheerst worden;
- 5) Ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

2.4.5 Rapportage(s) Aanvullend Onderzoek

De rapportage(s) van Aanvullend Onderzoek dient:

- 1) Een volledige omschrijving te bevatten van het uitgevoerde onderzoek en de behaalde resultaten;
- 2) Duidelijke conclusies over de ontbrekende informatie met een voorstel tot opname in de UPN;
- 3) Waar relevant foto's te bevatten van de onderdelen van de brug waarop het aanvullend onderzoek is uitgevoerd;
- 4) Ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

De kosten voor paragraaf 2.4.4 en 2.4.5 worden betaald van de stelpost.

2.4.6 Constructieve Risicoanalyse

Toelichting: Opdrachtnemer dient een constructieve risicoanalyse uit te voeren, waarin risicovolle onderdelen en aandachtspunten voor het vervolgtraject worden bepaald.

De constructieve risicoanalyse dient:

- 1) Gebaseerd te zijn op een analyse door constructeurs van constructief kritische aspecten in de brug op basis van een beschouwing van de archiefinformatie en indien nodig, middels een vereenvoudigd rekenmodel, bijv. een model op basis van alleen balkelementen (rekening houdend met de bouwfaserings en steunpuntzettingen);
- 2) Minimaal constructieve risico's gerelateerd aan sterkte, vermoeiing, veroudering, gebruik, vervuiling, onderhoud, corrosie, bouwfouten/toleranties/excentriciteiten, schades door aanvaring/aanrijding of andere bijzondere belastingen te omvatten;
- 3) Duidelijke instructies te geven voor aandachtspunten bij de Constructieve Inspectie;
- 4) Ter acceptatie, in de vorm van een rapport, aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

2.4.7 Plan van Aanpak Constructieve Inspectie

Het plan van aanpak voor de constructieve inspectie dient:

- 1) Een globale omschrijving te bevatten van de brugconstructie, op basis van archieftekeningen;
- 2) Een volledige beschrijving te bevatten van de aanpak van en aandachtspunten bij de inspectie;
- 3) Te omschrijven op welke wijze welke delen van de constructie worden geïnspecteerd;
- 4) Te omschrijven op welke locaties er een meting aan of controle van een specifiek detail plaats zal vinden en waarom. Gecontroleerd dient te worden in welke mate corrosie een rol speelt in afname van doorsnedes. Ontbrekende informatie voor het bepalen van vermoeiingsclassificaties, zoals de overdikte van x-naden en de a-maat van hoeklassen dienen steekproefsgewijs ter plaatse nagemeten te worden;
- 5) Een samenvatting van de constructieve risicoanalyse te bevatten (alleen wanneer deze niet samengevoegd zijn in 1 document);
- 6) De samenstelling van het inspectieteam met rolverdeling te bevatten. De hoofdconstructeur van Opdrachtnemer dient bij de inspecties aanwezig te zijn;
- 7) Vast te leggen welke bereikbaarheidsvoorzieningen en PBM's gebruikt zullen worden. Indien kokers of andere gesloten ruimtes, ook na toepassing van extra maatregelen, niet veilig kunnen worden geïnspecteerd dient de opdrachtnemer voor deze gesloten ruimtes een alternatieve gelijkwaardige inspectiemethode voor te stellen. Deze alternatieve inspecties worden geacht in de aanbidding te zijn meegenomen;
- 8) Een verwijzing naar het Integraal Veiligheid Document (IVD) te bevatten waar is beschreven hoe de risico's gedurende de werkzaamheden beheerst worden;
- 9) Te omschrijven welke procedures gelden bij een ongeval of ander incident gedurende de inspecties (te bepalen o.b.v. de risicoanalyse);
- 10) Te omschrijven welke verkeersmaatregelen (zowel wegverkeer als vaarwegverkeer) van kracht dienen te zijn gedurende de inspecties. Wanneer een volledige of gedeeltelijke afsluiting van de brug benodigd is dient er rekening mee gehouden te worden dat een dergelijke afsluiting vroegtijdig aangevraagd dient te worden en dat de doorlooptijd voor het aanvragen van een afsluiting minimaal 8 weken is. Opdrachtnemer is zelf verantwoordelijk voor de communicatie en coördinatie die hiervoor nodig is met de beheerder van de brug;
- 11) Ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

Gezien de relatieve eenvoud van de constructie van het kunstwerk, is de verwachting dat de Constructieve Inspectie vrij eenvoudig uitgevoerd kan worden.

2.4.8 Rapportage Constructieve Inspectie

De rapportage van de constructieve inspectie dient:

- 1) Een samenvatting van de inspectiescope en aanpak zoals vastgelegd in het Plan van Aanpak;
- 2) Een duidelijke toelichting van de gehanteerde conventies, zoals nummering van hoofdligger, dwarsdragers, rijstroken, segmenten, opleggingen, etc.;
- 3) Een omschrijving van de omgevingscondities gedurende de inspecties (temperatuur, licht, wind, verkeer, etc.);
- 4) Een algehele impressie van de brug te geven en een validatie van globale aspecten zoals:
 - a. Algehele staat van onderhoud;
 - b. Juistheid van archiefinformatie (met name tekeningen) m.b.t. opbouw van de hoofddraagconstructie en dekconstructie;
 - c. Vastlegging van het huidige gebruik incl. rijstrook indeling en inmeten exacte ligging rijstroken;
 - d. Aanwezigheid van wegmeubilair (lichtmasten, portalen, geleiderails/barriers, etc.);
 - e. Inspectie van opleggingen en voegovergangen;
 - f. Werking van de HWA;
 - g. Inmeting asfaltdiktes;
 - h. Schouw van de onderbouw op scheurvorming, overmatige zettingen en/of overmatige scheefstand.
- 5) Waar een lokale detailopname/inmeting is gedaan dient het resultaat beschreven te zijn middels (detail)foto's en schetsen;
- 6) Een overzicht van schades, afwijkingen, locaties met corrosie, visuele scheurindicaties, etc. omkleed met foto's en waar relevant meetgegevens. Hieruit moet duidelijk herleidbaar zijn waar de schade of afwijking zich in de brug bevindt;
- 7) Rijkelijk voorzien te zijn van foto's van karakteristieke details, aanzichten, verbindingen, etc., waarbij duidelijk herleidbaar is waar in/op/onder de brug welke foto is genomen;
- 8) Alle bij de inspectie genomen foto's dienen als bijlage bij de rapportage in het originele formaat, digitaal, ter beschikking gesteld te worden aan Opdrachtgever. Opdrachtnemer wordt erop gewezen dat bij voorgaande herberekeningen van Opdrachtgever is gebleken dat het verkrijgen van zoveel mogelijk locatie gedefinieerd fotomateriaal (foto's waarvan exact duidelijk is waar ze zijn genomen) sterk ondersteunend kan werken in latere fases;
- 9) Ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

2.4.9 Plan van Aanpak rekmeetprogramma

Toelichting: Onderdeel van deze uitvraag is het uitvoeren van een rekmeetprogramma van minimaal 13 weken om invloedslijnen, vermoeiingsspectra en ULS spanningen op verschillende kritieke locaties in de stalen bovenbouw te valideren door middel van meetresultaten. Meerdere activiteiten zullen door TNO wordt verzorgd, zie hiervoor de gegeven opsomming aan eisen waar het meetprogramma aan dient te voldoen. Dit wil zeggen dat voor zowel het opstellen als ook het uitvoeren van het rekmeetprogramma nauwe afstemming met TNO noodzakelijk is. De resultaten van het meetprogramma dienen waar relevant/mogelijk, en na goedkeuring door Opdrachtgever, meegenomen te worden in de herberekening en de ontwikkeling van het versterkingsontwerp voor de brug middels kalibratie van het rekenmodel en/of rekenprocedures.

Bij het monteren van rekstrookjes zal er lokaal conservering over een klein oppervlak verwijderd moeten worden. Door de mogelijke (waarschijnlijke) aanwezigheid van chroom-6 dienen er extra veiligheidsmaatregelen genomen te worden. Rijkswaterstaat

heeft een werkinstructie vastgesteld waarmee deze werkzaamheden veilig kunnen worden uitgevoerd. Deze werkinstructie is terug te vinden in Bijlage A10: "Werkinstructie behandelen kleine oppervlakken met chroom VI houdende conservering".

De aanleiding voor het uitvoeren van een rekmeetprogramma is tweeledig:

- 1) Op voorhand is duidelijk dat de Constructieve Veiligheid van het kunstwerk weinig ruimte overlaat. Bestaande herberekeningen laten UC-waarden zien, afgezien van de juistheid van die berekeningen, die aanleiding geven voor het opstellen van een Herberekening conform huidige regelgeving/RWS-richtlijnen. De kans is reëel dat bij de toetsing van de Constructieve Veiligheid het noodzakelijk is om "scherper" te rekenen om daarmee de eventuele scope van versterkingsmaatregelen tot een absoluut noodzakelijk beperkt te houden. Ondanks dat het kunstwerk een relatief eenvoudige brug betreft, een staalbetonbrug met het betondek verdeuveld aan samengestelde plaatliggers, is de kans reëel dat "standaard" uitgangspunten met het rekenmodel een onvoldoende weergave is van de werkelijkheid. Dit alles heeft voornamelijk te maken met:
 - I. Spreiding van verkeersbelasting in dwarsrichting van het betondek. Ofwel, als een wielprent zich begeeft boven een ligger in hoeverre wordt deze ligger ontlast door naburige liggers;
 - II. De stijfheid van ongescheurd beton. Het gaat hierbij met name om de stijfheid onder kortdurende belasting (verkeer). In praktijk blijkt vaak dat de werkelijke stijfheid (E-waarde) sterk kan afwijken van de aangehouden E-waarde toebehorend aan de gebruikte betonkwaliteit. Dit alles heeft een relatie met spreiding van verkeersbelasting in dwarsrichting van het betondek, met verloop van de M-lijn in langsrichting van het kunstwerk en met de spanningsverdeling over de samengestelde staalbetondoorsnede. Ondanks onderzoeksresultaten, waaronder op basis van betonboringen bepaald hebben van o.a. de karakteristieke kubusdruksterkte, ziet de OG meerwaarde in het doen van rekmetingen;
 - III. De stijfheid van gescheurd beton. Er is een bouwwijze toegepast van opgelegde steunpuntsverplaatsing van de tussensteunpunten om daarmee het negatieve steunpuntsmoment te verlagen. Het is uit archiefinformatie te achterhalen in hoeverre en op welke wijze dit is gedaan. Bovendien kent gescheurd beton een zekere mate van stijfheid, denk aan tension stiffening. De stijfheid van het gescheurde beton kent voor een doorgaande ligger over meerdere steunpunten een directe relatie met de M-lijn en daarmee in grootte van spanningen in een doorsnede.
- 2) Voor een kritische beoordeling van de Constructieve Veiligheid is, gerelateerd aan de typologie van het kunstwerk en wegclassificatie, behoefte aan meer inzicht op het vlak van intensiteit en zwaarte van verkeer en meer inzicht in overeenkomst tussen rekenmodel en werkelijk gedrag. De resultaten van het rekmeetprogramma (geverifieerde dataset, zonder speciale transporten) zal dan ook door TNO nader worden geanalyseerd ten einde daar waar gewenst bestaande regelgeving/richtlijnen, denk hierbij bijv. aan NEN-EN Nationale Bijlage en RWS-RTD, aan te scherpen. Met andere woorden, ook al zou achteraf gezien uit de Herberekening blijken dat er geen reden bestaat voor het doen van rekmeting dan alsnog heeft deze meting een toegevoegde waarde.

Het meetprogramma dient te voldoen aan de volgende eisen:

- 1) De aan de brug uit te voeren metingen betreffen primair rekmetingen op normaal rekniveau. Met andere woorden het gaat hierbij niet om het meten van lokale spanningspieken (en daarmee spanning gradiënt);

Bijlage A12 bevat een concept specificatie van de benodigde meetlocaties. Deze specificatie dient enerzijds als basis voor de prijsbepaling van het meetprogramma bij de aanbidding (zodat hierin sprake is van een level playing field) en anderzijds als startpunt voor door de Opdrachtnemer nader uit te werken rekmeetprogramma. Na inleving van de ON in met name het mechanisch gedrag van de brug dient ON in overleg met de Opdrachtgever en TNO en het door ON gekozen bedrijf dat de metingen uitvoert een definitief plan van aanpak voor het rekmeetprogramma op te stellen, hetgeen vervolgens dient te worden uitgevoerd. Dit plan dient door de Opdrachtgever te worden geaccepteerd. Eventuele afwijkingen op aantal en/of positie van rekmetingen (lees sensoren) beschreven in deze bijlage worden verhoudingsgewijs op basis van totaal aantal rekmetingen verrekend als meer- of minderwerk. Overige aspecten waaronder voorziening als stroom, toegang tot locaties, etc. komen niet voor verrekening in aanmerking;

- 2) Zo snel mogelijk nadat de ON zich heeft ingeleefd in het kunstwerk en een meetopstelling gereed is dient een ballastproef te worden uitgevoerd. Dit dient snel te gebeuren omdat de uitgangspunten voor de Herberekening deels afhankelijk zijn van uitkomsten van het rekmeetprogramma. Tijdens de ballastproef wordt gedurende een nachtelijke afsluiting van de brug meerdere malen en met verschillende snelheden en dwarsposities met een vrachtwagen met een bekend gewicht over de brug gereden en worden middels de meetopstelling rekken gemeten. Uitgangspunt voor het bepalen van het rittenplan voor de ballastproef is dat er voldoende variatie wordt aangehouden om verschillende constructiedelen te belasten, dat er op alle rijstroken ritten plaatsvinden, maar dat er tegelijkertijd ook dezelfde ritten meerdere keren herhaald worden om variatie tussen ritten (exakte snelheid/dwarspositie) uit te middelen. De vrachtwagen dient de complete brug minimaal met 2 verschillende constante snelheden te passeren, 20km/h en 80km/h, waarbij de daadwerkelijk gereden snelheid en dwarspositie op de meetlocatie vastgelegd dient te worden. Dit dient te gebeuren op alle rijstroken van de brug. De ballastproef dient uitgevoerd te worden met een zwaar beladen maar relatief compacte wagen (bijv. zandkipper), rekening houdend met de lange invloedslengte van de betreffende meetlocaties. Voorafgaand aan de ballastproef dienen de as-afstanden, wiellasten en wielprenten van de testvrachtwagens ingemeten te worden. Mobiele weegschalen hiervoor zullen door RWS/TNO ter beschikking worden gesteld. Ter voorbereiding op de testnacht dient opdrachtnemer met het rekenmodel invloedslijnen voor de meetlocaties te produceren zodat ter plaatse direct een globaal vergelijk gemaakt kan worden met de meetdata van de testritten;

De passages dienen zodanig uitgevoerd te worden dat de rekmetingen niet worden verstoord door de passage van andere voertuigen. Dit betekent in de praktijk dat zich tijdens het passeren van de vrachtwagen geen ander vrachtverkeer op de brug mag bevinden. Hiervoor is het nodig de brug af te sluiten tijdens de geldende WBU (Werkbare Uren). Er dient rekening mee gehouden te worden dat een dergelijke afsluiting vroegtijdig aangevraagd dient te worden en dat de doorlooptijd voor het aanvragen van een afsluiting minimaal 8 weken is. Opdrachtnemer is zelf verantwoordelijk voor de communicatie en coördinatie die hiervoor nodig is met de beheerder van de brug;

- 3) De Opdrachtgever wil de meetdata kunnen gebruiken om door TNO het vermoeiingsspectrum en ULS belastingseffect door verkeer op een beperkt aantal nader te kiezen meetpunten te bepalen (10 locaties dienen inbegrepen in de aanbidding van opdrachtnemer, eventuele aanvullende locaties zijn mogelijk als meerwerk). Om dit mogelijk te maken dienen exceptionele transporten met een

incidentele ontheffing (transporten >100 ton) uit de metingen te worden gefilterd. Deze belastingen zitten namelijk niet in de ULS normbelasting en worden afzonderlijk aangevraagd en beoordeeld. Hiervoor is het noodzakelijk om gedurende de meetperiode 1 of meerdere camera's naast of boven de rijbaan te plaatsen, waarop alle rijstroken te zien zijn en waarmee te achterhalen valt welke voertuigen waar op de brug waren op een bepaalde tijd. De tijd van de camerabeelden dient gesynchroniseerd te zijn met de tijd van het meetsysteem, bij voorkeur in GMT om verschillen tussen zomer- en wintertijd weg te nemen. Het maken, steekproefsgewijs valideren en opleveren van deze camerabeelden maakt wel deel uit van de opdracht. Het uit de data filteren van zware transporten dient alleen gedaan te worden voor die meetpunten waarvoor TNO besluit de ULS extrapolatie te laten uitvoeren. Wanneer dit gebeurt hoeven overigens niet alle transporten met een individuele ontheffing geïdentificeerd te worden (gedurende de gehele meetperiode) omdat TNO op basis van de aangeleverde meetdata de tijdstippen van de (maximaal) 1000 passages met de grootste rek (per rekstrook) zal bepalen. Alleen incidentele ontheffingen binnen deze (maximaal) 50 passages per rekstrook hoeven uitgefilterd worden. Opdrachtnemer dient hiervoor de camerabeelden van de betreffende passage te controleren en aan te geven aan TNO welke passages een exceptioneel transport betreffen.

Dit betekent dat er voor de betreffende meetpunten twee keer data tussen TNO en de Opdrachtnemer verstuurd wordt: De eerste keer stuurt Opdrachtnemer de volledige 13 weken meetdata naar TNO en geeft TNO de 1000 zwaarste passages per rekstrook in de meetdata aan. Daarna dient Opdrachtnemer aan te geven van welke van die passages de data niet meegenomen moet worden omdat het een exceptioneel transport betreft. Deze data dient vervolgens door Opdrachtnemer uit de database voor de ULS belasting, niet die voor vermoeiing, verwijderd te worden;

- 4) Er dient minimaal 13 weken aan bruikbare data verzameld te worden. Deze metingen dienen plaats te vinden buiten de bouwvak en kerstvakantie;
- 5) De rekopnemers zelf moeten temperatuur gecompenseerd zijn. Het gaat hier om een correctie van de invloed van temperatuur op de karakteristiek van de rekopnemer. Vervorming in de brug door temperatuursinvloeden dient niet gefilterd te worden. De lengte van de rekopnemers moet zijn afgestemd op de lengte van de invloedslijn van de rekmeetlocatie, aangezien een rekopnemer de totale rek over het meetgebied meet en hiermee lokale piekspanningen uitgemiddeld worden. De opnemers en kabels moeten zijn afgeschermd van stoorbronnen zoals netstroom en radiosignalen. De metingen dienen continu uitgevoerd te worden waarbij de frequentie van de metingen is afgestemd op de vorm van de invloedslijnen voor de meetlocaties. Bij een te lage frequentie worden spanningspieken mogelijk te ver uitgevlakt, worden dynamische effecten mogelijk niet goed weergegeven en kan data aliasing ontstaan. Naar verwachting is hier een frequentie van minimaal 200 tot 500Hz voor benodigd, afhankelijk van de vorm van de invloedslijn per meetlocatie, maar dit dient door ON middels het rekenmodel bevestigd te worden. Bij het clusteren van meerdere opnemers in een meetlus moet in het geval van uitval van 1 van de opnemers ervoor gezorgd worden dat de meetdata van de andere opnemers nog steeds gemeten en opgeslagen wordt. De meetdata dient volcontinu opgeslagen te worden. Er mag dus geen datareductie toegepast worden waarbij enkel pieken en dalen van het meetsignaal of enkel maxima en minima per tijdseenheid worden gerapporteerd;
- 6) De locatie en oriëntatie van iedere opnemer dient nauwkeurig ingemeten te worden en vastgelegd te worden op tekeningen en foto's. Bij ingebruikstelling en

gedurende de meetperiode van de meetopstelling dient de uitvoer van iedere opnemer, het transport van het signaal naar het opslagsysteem en de consistentie van nummering van opnemers in werkelijkheid en in de uitvoerfile gecontroleerd te worden op juiste werking en registratie;

- 7) De werking van de installatie dient op afstand gemonitord te worden om eventuele storingen snel te identificeren en te verhelpen. Er dient hierbij niet alleen gecontroleerd te worden of de meetopstelling een signaal geeft, maar ook of het signaal logisch en continu is en er geen in de tijd verlopende afwijking is (drift);
- 8) Naast de rekmetingen dient de temperatuur van de stalen delen van de hoofd draagconstructie en dekconstructie op een aantal representatieve locaties eens per 5 minuten gemeten en vastgelegd te worden. De exacte locaties hiervoor dienen in overleg met OG vastgesteld te worden. De maximale fout in deze meting mag niet meer dan 1°C bedragen;
- 9) Bij stroomuitval dienen de metingen voldoende tijd door te lopen op een noodstroom voorziening (ups) voor het nemen van actie tot herstel van de hoofdstroomvoorziening. De meetopstelling moet zo zijn ingericht dat deze geen last heeft van fluctuaties in de netstroom aansluiting;
- 10) Uitval van 1 of meer opnemers is niet toelaatbaar gedurende de ballasttest. Gedurende de continumetingen is dit enkel toelaatbaar voor een aaneengesloten periode van maximaal 24 uur en een totale periode van maximaal 96 uur. Indien de uitval langer duurt dient de opnemer hersteld te worden en de meting te worden verlengd. Kosten voor herstel en een verlenging van de meting door storingen aan de meetapparatuur zijn voor rekening van de Opdrachtnemer. Ontbrekende waarden dienen in de bestanden met meetdata als 0,0 of NaN weergegeven te zijn.
- 11) De meetdata moet aangeleverd worden in een format conform Bijlage A12. Het plan van aanpak dient een voorstel en testfile voor het format van de aan te leveren data te bevatten, ter goedkeuring van RWS en TNO;
- 12) Opdrachtnemer is verantwoordelijk voor de juistheid van meetgegevens. Er dient geen verloop in meetwaarden voor te komen welke niet verklaard kan worden door o.a. temperatuureffecten. De meetdata moet voor aanlevering gecontroleerd worden op storingen van de opnemer, de stroomvoorziening of de verbinding tussen de opnemer en de constructie, onder andere door consistentie van het signaal te controleren en na te gaan of er drift in het signaal is opgetreden of sprake is van andere fenomenen die de juistheid van de metingen kan beïnvloeden;
- 13) Ten behoeve van het aanbrengen van de meetapparatuur mag in de constructie niet worden gelast (ook geen 'spot welds') en niet worden geboord. Bovendien, dient er rekening te worden gehouden met het type materiaal (niet geconserveerde cortenstaal) toegepast in de constructie;
- 14) Bij het opstellen van apparatuur dient rekening gehouden te worden met de locatie van de meetapparatuur (boven water), weersinvloeden en mogelijk vandalisme of diefstal;
- 15) Bij het ontwerpen van de meetopstelling dient rekening gehouden te worden met mogelijke beperkingen van de bereikbaarheidsvoorzieningen van de brug;

- 16) Voorafgaand aan het opstellen van een Plan van Aanpak voor het meetprogramma dient door ON en het meetbedrijf een schouw van de brug uitgevoerd te worden. Tijdens de schouw van de brug dient de keuze van meetlocaties en bereikbaarheid gevalideerd te worden;
- 17) Het gehele meetprogramma inclusief kosten welke moeten worden gemaakt voor het aanbrengen, laten functioneren (o.a. stroom) en verwijderen van de meetapparatuur wordt geacht in de aanbidding van ON te zijn opgenomen.

Opdrachtnemer dient het meetprogramma onder te brengen bij een daarvoor geschikte partij. Een partij die geacht wordt geschikt te zijn voor uitvoering van de metingen dient aan de volgende eisen te voldoen:

- I. Moet aantoonbaar in de laatste 6 jaar vergelijkbare rekmetingen van het type/soort bedoeld in deze vraagspecificatie hebben uitgevoerd aan stalen kunstwerken van een vergelijkbaar schaalniveau;
- II. Moet aantoonbaar (technisch, qua apparatuur/programmatuur) in staat zijn de metingen uit te kunnen voeren binnen de eisen, frequentie en betrouwbaarheid die daaraan worden gesteld door opdrachtgever;
- III. Moet aantoonbaar de meetdata kunnen aanleveren in het formaat gedefinieerd is Bijlage A11 van de vraagspecificatie.

Het verwerken en interpreteren van de meetdata (exclusief de ballastproef) dient opdrachtnemer te laten uitvoeren door TNO. Opdrachtgever heeft door TNO een programma laten schrijven dat de ruwe meetdata kan vertalen naar een vermoeiingsspectrum en ULS belastingseffect door verkeer voor de beschouwde meetlocatie(s). Het vermoeiingsspectrum dient voor iedere meetlocatie bepaald te worden, terwijl de ULS extrapolatie slechts voor een beperkt aantal nader te bepalen locaties dient te worden uitgevoerd. Hierbij geldt dat de ULS extrapolatie voor 10 locaties ingegrepen dient te zijn in de aanbidding van Opdrachtnemer, eventueel verdere locaties zijn mogelijk als meerwerk. Opdrachtnemer dient de ruwe meetdata in het gevraagde format aan TNO aan te leveren en dient TNO voor alle meetlocaties het vermoeiingsspectrum te laten bepalen en rapporteren. ON dient de door TNO gerapporteerde resultaten als onderdeel van de herberekening te vergelijken met de spanningsspectra en uitkomsten van de herberekening. TNO kan na gunning van de opdracht aan Opdrachtnemer een definitieve offerte afgeven. Contactpersoon bij TNO voor het verwerken van de rekmeetdata is Adri Vervuurt (adri.vervuurt@tno.nl).

De kosten van het door TNO uitvoeren van de analyses inclusief het door TNO opstellen van bijbehorende rapportage(s) worden betaald van de stelpost.

Het Plan van Aanpak voor het rekmeetprogramma dient minimaal te bevatten:

- 1) Een omschrijving van de exacte locaties waar en richtingen waarin rekmetingen zullen plaatsvinden en met welk doel;
- 2) Een technische specificatie van de te gebruiken sensoren en apparatuur voor data acquisitie;
- 3) Een met invloedslijnen en rijsnelheid onderbouwde selectie van de meetfrequenties, waarbij wordt aangetoond dat de maximale fout doordat rekpieken afgekapt worden door de meetfrequentie verwaarloosbaar is;
- 4) Een planning voor de installatie van de meetopstelling, ballastproef en meetperiode;
- 5) Wijze van installatie van de meetopstelling en de daarbij benodigde bereikbaarheidsvoorzieningen;
- 6) Rittenplan voor de ballastproef, waarbij zowel de benodigde variatie in dwarspositie als repetitie van dezelfde ritten wordt betracht;

- 7) Beschrijving van de bij de ballastproef te gebruiken vrachtauto('s). Voor lange invloedslengtes heeft een gedrongen vrachtauto (zoals een zandwagen) de voorkeur omdat deze bij benadering als puntlast gezien kan worden;
- 8) Voorbeeldbestand(en) van het data format dat geleverd zal gaan worden;
- 9) Een verwijzing naar het Integraal Veiligheid Document (IVD) te bevatten waar is beschreven hoe de risico's gedurende de werkzaamheden beheerst worden;
- 10) Het PvA dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

2.4.10 Rapportage Installatie Meetopstelling

Toelichting: Na afloop van het installeren van de meetopstelling dient een rapportage opgesteld te worden waarin het volgende wordt vastgelegd:

- 1) De exacte locaties van de aan de brug aangebrachte sensoren, inclusief tekeningen en foto's van iedere sensor (van dichtbij en op afstand);
- 2) Eventuele afwijkingen van de sensorlocaties zoals vastgelegd in het Plan van Aanpak;
- 3) Eventuele afwijkingen in de lokale geometrie van de brugconstructie op de meetlocaties die van invloed kunnen zijn op de metingen, zoals onbedoelde excentriciteiten tussen plaatdelen en randinkarteling van lassen;
- 4) De rapportage dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

2.4.11 Rapportage ballastproef en validatie rekenmodel

Toelichting: Opdrachtnemer dient de invloedslijnen die volgen uit de metingen tijdens de ballastproef te vergelijken met invloedslijnen (voor eenzelfde wagen op dezelfde meet/rekenposities) welke volgen uit het rekenmodel voor de herberekening. Genoemde vergelijkingen dienen te worden uitgevoerd voor alle meetlocaties. Verschillen dienen te worden verklaard en weggenomen.

De rapportage van de ballastproef en validatie van het rekenmodel dient minimaal de volgende onderdelen te bevatten:

- 1) Een uitgebreide omschrijving van de uitgevoerde ballastproef, incl. rittenschema, meting van het gewicht per wielprint en de as-afstanden van de gebruikte vrachtwagens, foto's van de vrachtwagens, metingen van dwarsposities van de verschillende ritten en een overzicht van de meetlocaties;
- 2) Een vergelijking van de gemeten spanningsrimpel met een met het rekenmodel bepaalde spanningsrimpel voor eenzelfde passage, voor iedere meetlocatie. Voor deze vergelijking dienen beide spanningsrimpels in dezelfde figuur en met dezelfde eenheid op de x- en y-as geplot te worden, zodat zowel de algehele vorm, het minimum en maximum, als het spanningsinterval vergeleken kan worden;
- 3) Eventuele verschillen dienen onderzocht en verklaard te worden. Het kan nodig zijn hiervoor enige variaties met het rekenmodel uit te voeren om de gevoeligheid voor bepaalde aanpassingen te onderzoeken;
- 4) Een voorstel voor eventuele aanpassingen in het rekenmodel voor de herberekening, waarbij onderscheid wordt gemaakt voor aanpassingen t.b.v. de vermoeiingsanalyse en aanpassingen t.b.v. de analyse op sterkte en stabiliteit;
- 5) De rapportage dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

2.4.12 *Rapportage resultaten meetprogramma*

Toelichting: Zodra het meetprogramma en de daarop volgende analyse door TNO gereed is dient een rapportage geleverd te worden met daarin het volgende:

- 1) Een samenvatting van de meetopstelling, periode waarover gemeten is en een overzicht van de aan TNO aangeleverde datafiles;
- 2) Als bijlage de rapportages van TNO van de op de meetdata uitgevoerde analyses;
- 3) Een samenvatting van de door TNO op de meetdata uitgevoerde analyses;
- 4) Per meetlocatie een vergelijking van het spanningsspectrum op basis van de metingen en op basis van het NEN-EN 8701 spectrum;
- 5) Per geselecteerde meetlocatie een vergelijking van de door TNO afgeleide ULS spanning door verkeer met de door opdrachtnemer berekende waarde;
- 6) Een gevalideerde database met camerabeelden waarop bijzondere transporten gedurende de meetperiode te identificeren zijn;
- 7) Conclusies en (waar mogelijk en nodig) een voorstel tot aanpassing van de uitgangspunten, rekenresultaten en/of het rekenmodel op basis van de metingen;
- 8) De rapportage dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

2.4.13 *Uitgangspuntennota (UPN)*

Toelichting: De Uitgangspuntennota (UPN) is een belangrijk document waarin op een inzichtelijke en overzichtelijke wijze alle uitgangspunten voor het opzetten en uitvoeren van de herberekening en het opstellen van het versterkingsontwerp zijn vastgelegd. Uitgangspunt van Opdrachtgever is dat de UPN dusdanig gedetailleerd is dat er tijdens en na het uitvoeren van de berekeningen geen discussie meer zou moeten kunnen ontstaan over de gehanteerde uitgangspunten, rekenmodellen en rekenroutines.

In de UPN dient een berekeningsplan van het te maken rekenmodel opgenomen te worden, inclusief de grootte en positie van de belastingen en de te gebruiken belastingscombinaties. Tevens dienen de geplande toetsen aangegeven te worden, het betreft de te toetsen staven en verbindingen op zowel statische- als vermoeiingssterkte met de bijbehorende toetsmethode. Indien in de vervolgfases door voortschrijdende inzichten het rekenmodel aangepast dient te worden voor o.a. optimalisaties of verdiepende berekeningen, dienen deze aanvullingen/uitbreidingen, incl. de uit te voeren toetsen op staven en verbindingen opgenomen te worden in een voor die betreffende fase bijgewerkte versie van de UPN. Tot slot dient het berekeningsplan inzicht te geven hoe de validatie van het rekenmodel en de uitgevoerde toetsen tot stand komt.

De UPN dient in detail minimaal te bestaan uit:

- 1) Een uitgebreide beschrijving van de gehele brugconstructie (geometrie, profielen en verbindingen voor staalconstructie, type betonconstructie en wapening voor betondek, materiaalgegevens) inclusief schetsen en fragmenten van overzichts- en detailtekeningen. Uitgangspunt is dat alle profielen, verbindingen en materialen worden getypeerd en dat de voor de herberekening relevante variaties binnen deze typen worden beschreven. Bovendien dient het globale en lokale statisch systeem van de hoofddraagconstructie te worden beschreven (denk aan statische bepaaldheid, type verbindingen, e.z.v.). Naast een omschrijving van de hoofddraagconstructie en dekconstructie dient aandacht besteed te worden aan opleggingen, voegen, het PVR, inspectievoorzieningen, de onderbouw en de

- fundering. Uit deze beschrijving moet in voldoende mate blijken dat de Opdrachtnemer zich verdiept heeft in de constructie en deze volledig doorgrond;
- 2) Een samenvatting van de archiefinventarisatie en bevindingen van de constructieve inspectie, en de mogelijke invloed daarvan op de te hanteren uitgangspunten;
 - 3) Een beschrijving van de bouwmethode en bouwfasering van de brug en hoe deze meegenomen wordt in de berekeningen;
 - 4) Alle van toepassing zijnde uitgangspunten voor de toetsing op sterkte, stabiliteit en vermoeiing;
 - 5) Een volledige omschrijving van de aan te houden belastingen voor eigen gewicht (incl. verbindingen) en permanente belastingen (zoals asfalt, barriers, wegmeubilair, portalen, leuningen, inspectiepaden, bebording, etc), waar nodig inclusief rekenkundige afleiding hiervan;
 - 6) Een uitgebreide beschrijving van de aan te houden variabele belastingen (inclusief alle van toepassing zijnde reducties/factoren) en belastingcombinaties (RBK situatie AII, V1 en V2). Voor verkeersbelastingen dient in detail beschreven te zijn welke verschillende combinaties van verkeer (tandemstellen en verdeelde belastingen) in lengterichting en dwarsrichting van de brug beschouwd zullen worden om voor verschillende constructieve elementen en belastingseffecten daarin de maatgevende situaties te berekenen. Uitgangspunten voor o.a. het bepalen en toepassen van wind en temperatuurbelastingen en specifieke uitgangspunten voor staalbeton constructie (staalbeton liggers) dienen inzichtelijk gepresenteerd te worden;
 - 7) Voor de huidige opdracht dient er rekening te worden gehouden met de volgende situaties:
 - a. Voor de Herberekening, toetsing op sterkte:
 - i. Gewenste rijstrookindeling: per brug 3 rijstroken (2 rijstroken + spitsstrook (huidige vluchtstrook))
 - ii. Huidige rijstrookindeling: per brug 2 rijstroken + vluchtstrook
 - iii. Daarnaast dient conform de RBK een noodgeval (V2) meegenomen te worden voor zowel de gewenste als voor de huidige rijstrookindeling.
 - b. Voor de Herberekening, toetsing op vermoeiing:
 - i. Huidige rijstrookindeling: per brug 2 rijstroken + vluchtstrook.
 - 8) Een beschrijving van de te beschouwen bijzondere belastingen. In principe worden bijzondere belastingen alleen meegenomen wanneer deze bij het oorspronkelijk ontwerp en eventuele eerdere verbouwingen of renovaties ook beschouwd zijn, en wanneer de consequenties van het meenemen hiervan niet disproportioneel zijn. In ieder geval dient beschouwd te worden:
 - a. Een ongeval op de brug conform de ROK;
 - b. Aanrijding tegen de op de brug aanwezigen voertuigkeringen.
 - 9) Een integrale inventarisatie van de op vermoeiing te beschouwen details in de gehele brug, inclusief vermoeiingsclassificaties (detailcategorie), de wijze van toetsing (nominale spanningen, hotspot extrapolatie of anders) en de wijze waarop uit de modellen spanningswisselingen worden uitgelezen;

- 10) Een uitgebreide beschrijving van de toe te passen rekenmodellen, incl. de wijze waarop deze modellen worden toegepast en resultaten worden vertaald naar toetsingen voor zowel statische sterkte als vermoeiing;

Aan de te gebruiken rekenmodellen worden de volgende eisen gesteld:

- a. Voor de statische en vermoeiingsberekening van de hoofddraagconstructie van de brug dienen 2,5D-rekenmodellen te worden gebruikt van de brug van type E (model met betondek en excentrisch aangesloten langsliggers en dwarsdragers) zoals beschreven in bijlage S4 van Bijlage A1. Hierbij dient minimaal het betondek met schaalementen te worden gemodelleerd om de meewerkende breedte automatisch mee te nemen. De hoofdligger en dwarsdragers worden gemodelleerd met excentrisch aan het dek aangesloten balkelementen.
 - b. Het model dient de gehele breedte en lengte van de brug te omvatten.
 - c. Voor vermoeiingsberekeningen van de hoofddraagconstructie dient rekening gehouden te worden met mogelijke dwarsbuigingseffecten in o.a. de onderflens van de hoofdliggers. Ter verificatie c.q. ter toetsing van de grootte van deze effecten dient een (al dan niet separaat) model van de hoofddraagconstructie te worden gebouwd (uiteraard afgeleid van het voorgenoemde model) waarbij een afdoende deel van genoemde componenten uit schaalementen is opgebouwd: minimaal een hoofdligger of deel hiervan dient in een lokaal submodel met schaalement te worden gemodelleerd. Indien mogelijk dient er gebruik gemaakt te worden van in het globale rekenmodel geïntegreerde submodellen.
- 11) Een overzicht van alle constructieve elementen in de brug met daarbij aangegeven met welk van de bovenstaande modellen deze getoetst worden op zowel sterkte als vermoeiing en op welke wijze;
- 12) Indien constructieve elementen zich qua juiste beschrijving op het grensvlak tussen beide bovenstaande modellen bevinden: een voorstel van hoe hiermee om te gaan;
- 13) Een validatie van de toe te passen rekenmodellen middels eenvoudige maar representatieve belastingsgevallen;
- 14) Een definitieve versie een rekensheet voor plaatplooï van klasse 4 doorsnedes middels de doorsnedereductiemethode, incl. proefberekeningen van 1 of meer voor de brug relevante doorsnedes. Alle (tussen)resultaten van de rekensheet dienen inzichtelijk en herleidbaar gepresenteerd te worden (bijvoorbeeld in Mathcad), zodat Opdrachtgever deze kan controleren en valideren;
- 15) Een beschrijving van de methode en aanpak van de vermoeiingsberekeningen, onderverdeeld naar onderdelen van het hoofddraagsysteem, inclusief deuvels, rekening houdend met:
- a. De verschillende tijdvakken en vrachtwagens volgens de van toepassing zijnde afstandklasse volgens bijlage A van de NEN8701;
 - b. De historische en toekomstige Nobs volgens Bijlage A3;
 - c. Inhalende vrachtwagens en konvooien;
 - d. De passages van de vrachtwagens over de invloedslijnen/vlakken;

- e. Vertaling van passages naar een spanningsspectrum middels de rainflow methode en een beschrijving van de wijze waarop het effect van opeenvolgende vrachtwagens wordt gemodelleerd;
- f. Vertaling van de spanningsspectra naar de vermoeiingsschade D voor verschillende waarden van γ_{MF} .

Uit de in de UPN opgenomen beschrijving van de aanpak voor de vermoeiingsberekeningen moet in voldoende mate blijken dat de ON de complexiteit van de benodigde berekeningen begrijpt en hiervoor gevalideerde rekenroutines heeft ontwikkeld.

- 16) Ten behoeve van de validatie van de vermoeiingsschadeberekening dient de UPN enkele (fictieve) schadeberekeningen te bevatten, die zo zijn gedocumenteerd dat deze door de opdrachtgever zijn te valideren. De hierbij gebruikte (fictieve) invloedslijnen (éénheidslast) dienen traceerbaar in Excel formaat aangeleverd te worden. Om een vergelijk te kunnen maken mag de berekende schade niet gelijk zijn aan nul. Er dienen zes schadeberekeningen aangeleverd te worden:
- a. T.b.v.de globale analyse; invloedslijnen met alleen een positieve spanning:
 - i. Slechts één rijstrook belast, schadeberekening op basis van spanningswisselingen t.g.v. individuele passage van vrachtwagens.
 - ii. Volledige analyse met al het verkeer volgens de norm en voor de volledige tijdsperiode.
 - b. T.b.v.de globale analyse; Invloedslijnen met zowel een positieve als negatieve spanning:
 - i. Slechts één rijstrook belast, schadeberekening op basis van spanningswisselingen t.g.v. individuele passage van vrachtwagens.
 - ii. Volledige analyse met al het verkeer volgens de norm en voor de volledige tijdsperiode.
- 17) Voor het betondek, per onderdeel/doorsnede, een beschrijving van de overweging of een vermoeiingsberekening wel of niet vereist is (conform de relevante delen van NEN-EN 1992-2) en, indien van toepassing, een beschrijving van de methode en aanpak van de vermoeiingsberekening.
- 18) De toetsing op vermoeiing van het betondek kan uitgevoerd worden gebruikmakend van het belastingmodel 1 voor vermoeiing (FLM1 – controle voor onbeperkte levensduur). Dit is een conservatieve belastingmodel en indien er blijkt dat het betondek niet hieraan voldoet, kan in overleg met de OG gekozen worden voor een minder conservatieve belastingmodel voor vermoeiing (bijv. FLM4b). Laatstgenoemde, het werken met een minder conservatief belastingmodel, maakt onderdeel uit van de huidige opdracht (zie paragraaf 3.4.2).
- 19) De UPN dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden. De UPN dient voor aanvang van de daadwerkelijke verificatieberekeningen door opdrachtgever te zijn geaccepteerd.
- 20) Naast de initiële revisie van de UPN dient deze op basis van voortschrijdend inzicht aan het einde van Fase 2 (Herberekeningsfase) en Fase 4 (DO ontwerpfase) bijgewerkt te worden.

- 21) In Bijlage A17 is de Uitgangspuntennota van de Quick Scan Stalenbruggen toegevoegd. De informatie die in deze Uitgangspuntennota staat, mag de ON gebruiken bij het opstellen van de in deze vraagspecificatie gevraagde producten. NB: De ON dient de gegevens uit de Uitgangspuntennota Quick Scan op juistheid en toepasbaarheid te verifiëren.

Gezien de langere doorlooptijd van toetsing en impact van mogelijke reviewbevindingen dienen de volgende onderdelen van de UPN zodra deze gereed zijn in concept met opdrachtgever gedeeld te worden, vooruitlopend op de volledige versie van de UPN:

- a. Concept rekensheet voor plaatplooï van klasse 4 doorsnedes (bovenstaand onderdeel 14);
- b. Beschrijving van de toe te passen rekenmodellen, incl. validatie (bovenstaand onderdeel 10); NB: rekenmodellen zelf zijn in fase 1 nog niet benodigd.
- c. Inventarisatie van vermoeiingsdetails (bovenstaand onderdeel 9).
- d. Fictieve schadeberekeningen met de rekenroutine voor vermoeiingsberekeningen (bovenstaand onderdeel 16).

2.5 Proceseisen Fase 1

De volgende proceseisen worden gesteld in projectfase 1:

- 1) Bij de producteisen van fase 1 is aangegeven welke producten middels een schriftelijke rapportage ter acceptatie aan Opdrachtgever voorgelegd dienen te worden. In Bijlage A16 is een samenvatting hiervan gegeven middels een productlijst. Opdrachtgever zal deze producten binnen maximaal 20 werkdagen (of eerder indien mogelijk) van commentaar voorzien terugsturen naar Opdrachtnemer, waarna deze binnen 15 werkdagen reacties dient te formuleren op het ingediende commentaar, deze met Opdrachtgever dient te bespreken en afspraken dient te maken over de verwerking van het commentaar;
- 2) Om samenwerking en afstemming te faciliteren en de voortgang van het project te monitoren dienen door Opdrachtnemer technische voortgangsoverleggen georganiseerd te worden op kantoor bij Rijkswaterstaat PPO in Arnhem of (in overleg) op kantoor bij Opdrachtnemer. De frequentie van het technisch voortgangsoverleg is in principe iedere 2 weken, maar dit kan in overleg met Opdrachtgever variëren, afhankelijk van de voortgang en de hoeveelheid besprekpunten;
- 3) Minstens 3 werkdagen voorafgaand aan een technisch voortgangsoverleg dient Opdrachtnemer de genodigden een concept agenda voor het overleg te sturen;
- 4) Indien Opdrachtnemer een document anders dan de in deze vraagspecificatie vastgestelde producten in het technisch overleg wenst te bespreken met Opdrachtgever dan dient dit document uiterlijk 10 werkdagen voor het overleg bij Opdrachtgever ingediend te zijn. Voor in deze vraagspecificatie vastgestelde producten geldt een termijn gelijk aan de toetsingstermijn zoals onder punt (1);
- 5) Uiterlijk 3 dagen na afloop van een technisch voortgangsoverleg dient de Opdrachtnemer concept notulen aan de genodigden te zenden. Afhankelijk van de inhoud van een overleg, en nut en noodzaak van verslaglegging, kan na toestemming van Opdrachtgever afgezien worden van het opstellen van notulen;
- 6) Opdrachtnemer dient er rekening mee te houden dat Opdrachtgever zich bij de toetsing van resultaten laat ondersteunen door specialistische derden, zoals TNO. Commentaar van door Opdrachtgever aangestelde derden dient behandeld te worden als commentaar van Opdrachtgever zelf;
- 7) Naast de vereiste schriftelijke producten dient ieder product in een technisch voortgangsoverleg mondeling gepresenteerd en toegelicht te worden. Voorafgaand aan deze presentatie dient de Opdrachtnemer overleg te hebben met de Opdrachtgever over de inhoud van de presentatie;
- 8) Opdrachtnemer is zelf verantwoordelijk voor de communicatie en coördinatie die nodig is met de Beheerder van de brug en eventuele onderaannemers voor het verkrijgen van toegang tot en begeleiding bij de brug, voor ondersteuning met bereikbaarheidsvoorzieningen, zoals hoog-/laagwerkers en voor het organiseren van verkeersmaatregelen. Voor de kosten voor toegangsvoorzieningen, bereikbaarheidsvoorzieningen, scheepvaartbegeleiding en verkeersmaatregelen geldt dat deze verrekend dienen te worden met een stelpost;
- 9) Indien tijdens de inspecties of andere werkzaamheden aan de brug schades of afwijkingen worden vastgesteld die naar inzicht van de betrokken constructeur(s) Acute Maatregelen vereisen dan dient Opdrachtgever hier per omgaande (indien praktisch mogelijk dezelfde dag nog) van op de hoogte gesteld te worden.

3 Projectfase 2: Herberekeningsfase

3.1 Doel Fase 2

Het overkoepelende doel van deze fase is het uitvoeren en rapporteren van een integrale constructieve herberekening van de brug op zowel sterkte, stabiliteit en vermoeiing. Daar waar dit op basis van de initiële verificatieberekening noodzakelijk is, en waar dit in overleg met opdrachtgever kansrijk wordt geacht, worden Verdiepende Berekeningen uitgevoerd. Het eindresultaat van deze fase is een integraal overzicht van de constructieve veiligheid en de constructieve (rest)levensduur van de bruggen een integraal overzicht van de versterkingsscope waarvoor in Fase 3 en 4 versterkingen ontworpen dienen te worden. Er mag aan het einde van Fase 2 geen discussie meer bestaan over de juistheid van de resultaten en conclusies van de herberekening. Waar nodig en mogelijk dienen de mogelijkheden voor Verdiepende Berekeningen uitgeput te zijn.

3.2 Werkzaamheden Fase 2

De volgende werkzaamheden maken onderdeel uit van Projectfase 2:

- 1) Het uitvoeren en rapporteren van een initiële verificatieberekening van de bestaande situatie (op zowel sterkte, stabiliteit als vermoeiing); De huidige opdracht betreft een integrale constructieve herberekening van de bovenbouw en een vergelijking tussen de historische en huidige/toekomstige rekenwaarden van de ontwerpbelastingen voor de onderbouw en fundering;
- 2) Het uitvoeren en rapporteren van Verdiepende Berekeningen daar waar de initiële verificatieberekening overschrijdingen laat zien en waar dit in overleg met opdrachtgever kansrijk wordt geacht;
- 3) Op basis van de resultaten van de herberekening uitbrengen van een schriftelijk adviesmemo aan Opdrachtgever over de verwachte haalbaarheid van een versterkingsontwerp of dat op dit punt in het proces reeds vervanging noodzakelijk wordt geacht.

3.3 Producten Fase 2

De producten die in deze fase opgeleverd moeten worden zijn minimaal:

- 14) Rapportage verificatieberekening bestaande situatie.
- 15) Rapportage(s) verdiepende berekeningen (vervolgens te verwerken in (14)).
- 16) Tussentijdse adviesmemo renoveren of vervangen.

De unieke nummering van deze producten is in Bijlage A16 overgenomen met toevoeging AV, Avenhornerbrug.

3.4 Eisen aan de producten Fase 2

3.4.1 Rapportage verificatieberekening bestaande situatie

Voor de verificatieberekening gelden naast het in de RBK gestelde de volgende aanvullende eisen:

- 1) Voor alle constructieve elementen (over de gehele lengte van de brug) en alle verbindingen dient zowel t.a.v. sterkte als vermoeiing bepaald te worden op welke locaties en over welke lengte wel en niet aan de vigerende normatieve eisen wordt voldaan, in welke mate en op welke toetsingscriteria;
- 2) Alle normeisen en toetsingen zijn van toepassing;
- 3) De te beoordelen kunstwerken zijn ingedeeld in gevolgklasse CC3;
- 4) Veiligheidsniveau "Gebruik" voor de bestaande constructie;
- 5) 30 jaar restlevensduur op vermoeiing;
- 6) Voor de statische berekening van de brug dient conform situatie AII in de RBK de werkelijk gebruik aangehouden te worden, met volgende twee situaties voor de rijstrookindeling:
 - a. Gewenste rijstrookindeling: per brug 3 rijstroken (2 rijstroken + spitsstrook (huidige vluchtstrook)),
 - b. Huidige rijstrookindeling: per brug 2 rijstroken + vluchtstrook;In beide situaties kan elke bestaande rijstrook de rijstrook 1 voor langzaam/zwaar verkeer kan zijn. Aanvullend hierop, dient per constructieonderdeel de maatgevende rijstrookindeling te worden beschouwd. Daarnaast dient conform de RBK een noodgeval (V2) meegenomen te worden.
- 7) Bij de statische berekeningen van het betondek dient het effect van spreiding door de asfaltverharding meegenomen te worden. Voor het eigen gewicht dient voor alle asfaltlagen rekening gehouden te worden met de gemeten asfaltdiktes;
- 8) Voor de vermoeiingsberekeningen van stalen onderdelen dient gebruik gemaakt te worden van het in Bijlage A3 opgenomen overzicht van historische en toekomstige aantallen vrachtwagens per jaar (Nobs). Dit in combinatie met het belastingsmodel voor vermoeiing in Bijlage A1 van NEN 8701 voor de situatie "lange afstand" en het huidige, toekomstige en historische rijstrookindeling. De toekomstige en historische rijstrookindelingen dienen gelijk aan het huidige rijstrookindeling te worden gehouden (per brug 2 rijstroken + vluchtstrook). Voor de rijstrook naast de rijstrook voor langzaam verkeer dient te worden aangenomen dat hier 10% van het zwaar verkeer als op de rechter rijstrook rijdt (dus 100% van de Nobs op de rechter rijstrook en 10% van de Nobs op de rijstrook daarnaast). Voor de vrachtwagens op de linkerrijstrook moet (in afwijking van de norm) aangenomen worden dat deze van het type "lage asbelasting" zijn volgens NEN 8701. De verhoudingen in aslasten op de rechter rijstrook moet hiervoor gecompenseerd worden zodat de verhoudingen van het totale vrachtverkeer conform de NEN 8701 zijn;
- 9) Voor vermoeiingsberekeningen aan bruggen langer dan 60m dienen konvoeien met 50m tussenafstand meegenomen te worden. Per vermoeiingsdetail dient gecontroleerd te worden of de situatie met of zonder konvoeien maatgevend is. Met name voor details met tekenwisselingen in de invloedslijn is niet altijd de situatie met konvoeien maatgevend. Van de 10% inhalende vrachtwagens dient

de helft gecombineerd te worden met een enkele vrachtwagen op de rijstrook voor zwaar verkeer en de andere helft met twee vrachtwagens die achter elkaar rijden op de rijstrook voor zwaar verkeer. Voor de vrachtwagens in konvooi moet worden aangenomen dat deze van hetzelfde type en asbelasting zijn.

Wanneer alle bovenstaande eisen van toepassing zijn resulteert dit in 75% van de Nobs ritten met een enkele vrachtwagen op de rechter rijstrook, 5% van de Nobs ritten met een vrachtwagen rechts en inhaler, 5% van de Nobs ritten met een konvooi rechts, en 5% van de Nobs ritten met een konvooi en inhaler tegelijkertijd (waarbij de inhaler op gelijke hoogte rijdt met de voorste vrachtwagen in het konvooi). Dit geeft 100% van de Nobs op de rechter rijstrook ($75 + 5 + 5 \cdot 2 + 5 \cdot 2 = 100\%$) en 10% van de Nobs op de rijstrook ernaast ($5 + 5 = 10\%$);

- 10) Voor de vermoeiingsberekeningen dient de wielprentlengte van de astype A, B en C 200 mm worden aangehouden;
- 11) Voor de classificatie van vermoeiingsdetails in de hoofddraagconstructie dient gebruik gemaakt te worden van de NEN-EN 1992-2, NEN-EN 1993-1-9, de NEN-EN 1993-2 en het TNO rapport in Bijlage A2, waar nodig aangevuld met IIW documentatie zoals "structural hot-spot stress approach fatigue analysis of welded components", "IIW Recommendations for the Fatigue Assessment by Notch Stress Analysis for Welded Structures" en "IIW Recommendations on Post Weld Improvement of Steel and Aluminium Structures";
- 12) De beoordeling van de hoofddraagconstructie op vermoeiing dient plaats te vinden met $\gamma_{mf}=1,40$ (niet inspecteerbaar) en $\gamma_{mf}=1,30$ (inspecteerbaar). Voor onderdelen van het orthotrope stalen rijdek geldt $\gamma_{mf}=1,05$. Het voorgaande betreft het uitgangspunt voor de toetsing. Om inzicht te krijgen in de gevoeligheid van de schade dient deze tevens berekend te worden met de volgende partiële factoren:
 - Hoofddraagconstructie niet-inspecteerbaar; $\gamma_{mf}=1,40$; 1,3; 1,0; 0,9
 - Hoofddraagconstructie inspecteerbaar; $\gamma_{mf}=1,30$; 1,2; 1,0; 0,9
 - Orthotrope stalen rijdek; $\gamma_{mf}=1,05$; 1,0; 0,9
- 13) Het bepalen van spanningswisselingen dient gedaan te worden met behulp van een rainflow analyse. De invloed van opeenvolgende vrachtwagens op de grootte van spanningswisselingen dient meegenomen te worden, bijvoorbeeld door vrachtwagens in random volgorde over de brug te laten passeren (waarbij opeenvolgende vrachtwagens niet tegelijkertijd op de brug rijden);
- 14) Het schadegetal dient voor alle vermoeiingsdetails bepaald te worden op 01-01-2023, 01-01-2028 en 01-01-2055;
Indien uit de beoordeling op vermoeiing van de hoofddraagconstructie blijkt dat de restlevensduur van 30 jaar niet gehaald wordt (schadegetal groter dan 1), dient de werkelijke restlevensduur bepaald te worden.
- 15) Versimpelingen in de modellerings- of toetsingsmethoden die leiden tot een (over)conservatieve benadering van de werkelijkheid mogen niet worden toegepast zonder toestemming van Opdrachtgever. De diepgang van de verificatieberekening dient zodanig te zijn dat de versterkingsmaatregelen, binnen de van toepassing zijnde normen, zowel technisch als financieel zo beperkt mogelijk blijven;
- 16) Voor toetsing en beoordeling van de funderingen en onderbouw is het in deze fase voldoende om historische rekenwaardes van ontwerpbelastingen voor de fundering en onderbouw te vergelijken met de huidige en toekomstige rekenwaardes volgend uit de herberekening. Dit dient gedaan te worden op SLS niveau en ULS niveau, waarbij de rekenwaardes van de ULS belasting worden

vergeleken met de historische ontwerpbelastingen met een belastingfactor van 1,5.

De vergelijking dient gedaan te worden ter plaatse van de oplegging van de bovenbouw op de onderbouw en aan de onderzijde van de onderbouw (niveau bovenzijde palen of fundering op staal).

Ook dient bepaald te worden welke toename van gewicht in de bovenbouw door het versterkingsontwerp acceptabel is. Het uitgangspunt hierbij is dat de sterkte van de onderbouw normatief niet is veranderd. Hierbij dient rekening gehouden te worden dat wanneer bij versterking de paalkrachten in de SLS meer dan 15% toenemen het puntdraagvermogen gereduceerd moet worden conform de vigerende paalpuntfactoren (zie de NEN 8707).

Op basis hiervan dient een inschatting gemaakt te worden in hoeverre de onderbouw en fundering risicovol zijn en diepgaandere herberekeningen nodig zijn. Deze diepgaandere berekeningen worden betaald op basis van nacalculatie.

Voor de rapportage van de verificatieberekening gelden naast het in de RBK, ROK en RTD1004 gestelde de volgende eisen:

- 1) De geometrie, oplegcondities, randvoorwaarden, profilering, belastingdefinities, belastingcombinaties, belastingfactoren, etc. dienen naast de invoerdata van de gebruikte rekenprogramma's goed gedocumenteerd en onderbouwd in de rapportage te worden opgenomen;
- 2) Per belastinggeval en voor maatgevende belastingcombinaties dient de krachts- en spanningsverdeling over de lengte (en waar relevant de doorsnede) van alle Hoofdonderdelen in de gehele constructie zowel in de SLS als ULS inzichtelijk te worden weergegeven, waarbij middels grafieken en tabellen onderscheid wordt gemaakt naar de bijdrages van de verschillende belastingen (eigen gewicht, rustende belasting, verkeer (Q en q), temperatuur, wind). Dit om een goede indruk te geven van de krachtswerking in de constructie en de relatieve rol van belastingen hierin. Dit dient gedaan te worden op niveau van krachten/momenten en op niveau van spanningen (voor vier hoekpunten van een profiel). In geval van klasse 4 doorsneden, dienen de spanningen in het overzicht gebaseerd te zijn op de bruto (niet gereduceerde) doorsnede;
- 3) Voor locaties met een vermoeiingsschade $>0,5$ per 01-01-2023 dienen de invloedslijnen van de spanningen per rijstrook voor een enkele as (A,B en C) van 100kN en per type wagen als Excel bijlage bij de rapportage meegeleverd te worden. Combinatie van wagens (inhalend/konvooi/tegenliggend) hoeven niet apart gerapporteerd te worden.
- 4) Voor details in de hoofddraagconstructie met een vermoeiingsschade $>0,5$ per 01-01-2055 dient de volgende extra uitvoer meegeleverd te worden:
 - invloedslijnen voor iedere rijstrook, voor een enkele as van 100kN en voor ieder wagentype uit tabel A.3. Combinaties van wagens (inhalend/konvooi/tegenliggend) hoeven niet apart gerapporteerd te worden. Dit zijn 7 invloedslijnen per rijstrook;
 - De detailcategorie waarbij de vermoeiingsschade op 01-01-2060 gelijk is aan 1,0.
- 5) Voor locaties met een vermoeiingsschade $< 1,0$ per 01-01-2023 maar $> 1,0$ per 01-01-2055, dient de restlevensduur berekend en gerapporteerd te worden;
- 6) De toetsingsresultaten van maatgevende belastingscombinaties dienen met een inzichtelijk gerapporteerde handberekening te worden geverifieerd;
- 7) Toetsing van onderdelen, constructie-elementen, verbindingen, etc. dienen inzichtelijk en toetsbaar te worden gepresenteerd met verwijzingen naar de gehanteerde normartikelen en de herkomst van de input;

- 8) Gestandaardiseerde toetsingen (Excel, Mathcad, etc.) dienen voorzien te zijn van toelichtende teksten en onderbouwende verwijzingen naar normartikelen. Een handmatig uitgewerkte toetsing dient ter verificatie te worden bijgevoegd;
- 9) De rapportage dient een complete en overzichtelijke managementsamenvatting te hebben waaruit in beperkte leestijd valt op te maken op welke delen en in welke mate de brug niet voldoet op sterkte of vermoeiing;
- 10) De rapportage dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

3.4.2 Rapportage(s) Verdiepende Berekeningen

Toelichting: Daar waar dit op basis van de initiële verificatieberekening noodzakelijk blijkt en waar dit in overleg met Opdrachtgever kansrijk wordt geacht dienen middels Verdiepende Berekeningen geavanceerde methoden te worden toegepast.

Opdrachtnemer moet er rekening mee houden dat het regelmatig voorkomt dat op grond van de resultaten van rekenmodellen moet worden geconcludeerd dat er mogelijkheden zijn of noodzaak is tot optimalisaties of verder rekenen, zeker op het grensgebied tussen wel en niet voldoen (beide kanten op).

Deze aanvullende berekeningen, incl. eventuele optimalisaties worden betaald op basis van nacalculatie. Deze aanvullende berekeningen, incl. eventuele optimalisaties worden betaald op basis van nacalculatie. Alle eisen aan de verificatieberekening genoemd in paragraaf 3.4.1 vallen niet onder een Verdiepende berekening, maar ook andere redelijk complexe modellen die nodig zijn om een initiële verificatie goed uit te voeren vallen niet onder een Verdiepende Berekening (zie begrippenlijst par 1.2: Verdiepende Berekening).

Rapportages van dergelijke Verdiepende Berekeningen dienen minimaal het volgende te bevatten:

- 1) Een duidelijke en volledige omschrijving van de wijzigingen in de modellering of rekenprocedure ten opzichte van de initiële herberekening en het daarmee beoogde doel, waar nodig met relevante verwijzingen naar literatuur;
- 2) Een presentatie van resultaten gelijkwaardig aan die voor de herberekening;
- 3) Een vergelijking van de resultaten van de Verdiepende Berekening met de resultaten van het initiële rekenmodel;
- 4) Wanneer ook op basis van de Verdiepende Berekeningen een overschrijding wordt gevonden dient een conclusie of aanbeveling te worden gegeven of verdere Verdiepende Berekeningen mogelijk zijn of dat er overgegaan moet worden tot het ontwerpen van een versterking voor de betreffende overschrijding;
- 5) De rapportage dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden;
- 6) De rapportage Verdiepende Berekeningen kan opgesplitst worden in afzonderlijke (deel)rapportages voor de verschillende uitgevoerde berekeningen;
- 7) De definitieve resultaten van de Verdiepende Berekeningen dienen in een nieuwe/aanvullende revisie van de "Rapportage verificatieberekening bestaande situatie" verwerkt te worden, zodat Opdrachtgever uiteindelijk 1 integrale herberekeningsrapportage ontvangt.

3.4.3 Tussentijdse adviesmemo renoveren of vervangen

Toelichting: Op basis van de resultaten van de verificatieberekening dient ON een advies af te geven aan OG over de verwachte haalbaarheid van een versterkingsontwerp, of dat het waarschijnlijker is dat vervanging van de brug nodig is. Dit advies betreft nadrukkelijk geen garantie van ON richting OG, maar is bedoeld als tussentijdse pas op te plaats om gezamenlijk te bepalen of het kansrijk/zinnig is om verder te gaan met het ontwikkelen van een versterkingsontwerp. Er kan eventueel op dit moment (in overleg) besloten worden om naast de versterkingsvariant ook een vervangingsvariant uit te werken of, in extreme gevallen, reeds op dit punt een keuze te maken voor een vervanging. Afzien van het opstellen van een versterkingsontwerp kan alleen met instemming van Opdrachtgever.

3.5 Proceseisen Fase 2

Voor Projectfase 2 gelden dezelfde proceseisen als voor Projectfase 1, aangevuld met:

- 1) Na voltooiing van alle producten in fase 2 dient een presentatie gegeven te worden over de resultaten tot op dat moment en een vooruitblik op/voorstel voor het vervolgtraject aan een brede vertegenwoordiging vanuit Opdrachtgever (o.a. de beheerder van de brug en vertegenwoordiging vanuit het VenR programma); Voorafgaand aan deze presentatie dient de Opdrachtnemer overleg te hebben met de Opdrachtgever over de inhoud van de presentatie;
- 2) Indien normen en richtlijnen onvoldoende uitsluitend geven omtrent de modellering en beoordeling van aanwezige materialen, configuraties en verbindingen dient de Opdrachtnemer een voorstel te doen voor de te volgen aanpak welke door Opdrachtgever geaccepteerd dient te worden;
- 3) Indien tijdens de herberekening resultaten worden gevonden die Acute Maatregelen vereisen dan dient Opdrachtgever hier per omgaande (indien praktisch mogelijk dezelfde dag nog) van op de hoogte gesteld te worden.

4 Projectfase 3: VO Versterkingsontwerp

4.1 Doel Fase 3

Het doel van deze fase is het opstellen van een Versterkingsontwerp op VO niveau voor alle onderdelen van de brug waarvoor in fase 2 is geconcludeerd dat deze niet voldoen aan de gestelde eisen.

Een Versterkingsontwerp op VO niveau betekent dat een ontwerpproces wordt doorlopen waarin varianten voor versterkingen worden ontworpen, afgewogen en geselecteerd, en waarbij de geselecteerde versterkingen worden vastgelegd in tekeningen en berekeningen waarin de belangrijkste afmetingen, gewichten, hoeveelheden en raakvlakken bepaald zijn. Na de VO fase mag de haalbaarheid en doelmatigheid van de beoogde versterkingen niet meer ter discussie staan en moet deze alleen nog in detail uitgewerkt worden.

Er dient rekenkundig en op basis van inpasbaarheid en maakbaarheid in de constructie bepaald te worden wat de benodigde dimensies van de verschillende onderdelen van de versterkingen zijn voor het behalen van voldoende statische sterkte, stabiliteit en vermoeiingslevensduur (dus geen vuistregels en/of expert judgement). In de VO fase zijn globale afmetingen bepaald, echter zijn niet alle details uitgewerkt, behalve wanneer deze direct de haalbaarheid beïnvloeden.

Indien uit de eerdere beoordeling van de onderbouw en fundering blijkt dat de toename van eigen gewicht van de bovenbouw door de versterkingen een probleem voor de onderbouw en/of fundering kan zijn dan dient dat ook in deze fase geadresseerd te worden omdat dit de haalbaarheid van de beoogde versterkingen beïnvloed.

De uitvoeringsmaatregelen en beheersmaatregelen genoemd in de RBK betreffen in dit geval fysieke versterkingsmaatregelen. Bij beperkte overschrijdingen op vermoeiing kan in sommige gevallen in plaats van een fysieke versterkingsmaatregel een inspectieregime toegepast worden. Het adviseren van een inspectieregime in plaats van een versterkingsmaatregel kan alleen na overleg met en akkoord van Opdrachtgever. In de meeste gevallen zal hiervoor aanvullende onderbouwing nodig zijn in de vorm van breukmechanica-analyses om het risico op en consequenties van scheurvorming te kwantificeren.

4.2 Werkzaamheden Fase 3

De volgende werkzaamheden maken onderdeel uit van Projectfase 3:

- 1) Het uitvoeren en rapporteren van een variantenstudie naar versterkingsopties en het opstellen van Trade-off Matrices (TOM's) per onderdeel voor het bepalen van de optimale versterkingsvariant op basis van kwaliteit/betrouwbaarheid, kosten, hinder voor wegverkeer, hinder voor vaarwegverkeer, uitvoerbaarheid/veiligheid, raakvlakken, esthetica, etc.;
- 2) Het opstellen en rapporteren van een VO ontwerpnota waarin de versterkingen op VO niveau worden uitgewerkt in tekeningen en berekeningen, en waarin rekenkundig de doelmatigheid en haalbaarheid wordt aangetoond;
- 3) Het opstellen en rapporteren van een raming voor de VO-versterkingsmaatregelen volgens de SSK-2018 systematiek;

- 4) Het opstellen en rapporteren van een concept haalbare uitvoeringsmethode en planning voor het uitvoeren van de versterkingsmaatregelen waarin o.a. een schatting gegeven is voor de hinder voor wegverkeer en vaarwegverkeer;
- 5) Het opstellen en rapporteren van een concept V&G Plan Ontwerpfase, inclusief RI&E, waarin is vastgelegd hoe veiligheidsoverwegingen voor de realisatiefase zijn meegenomen in de ontwerpkeuzes van het versterkingsontwerp.

4.3 Producten Fase 3

De producten die in deze fase opgeleverd moeten worden zijn minimaal:

- 17) Rapportage variantenstudie Versterkingsontwerp;
- 18) VO Ontwerpnota Versterkingsontwerp (incl. tekeningen);
- 19) SSK raming VO Versterkingsontwerp;
- 20) Concept uitvoeringsmethode en planning;
- 21) Concept V&G plan ontwerpfase;

De unieke nummering van deze producten is in Bijlage A16 overgenomen met toevoeging AV, Avenhornerbrug.

4.4 Eisen aan de producten Fase 3

4.4.1 Rapportage variantenstudie Versterkingsontwerp

De rapportage van de variantenstudie voor het Versterkingsontwerp dient het volgende te bevatten:

- 1) Een verkenning naar mogelijke versterkingsvarianten voor onderdelen van de brug die niet voldoen;
- 2) Een globale uitwerking op schetsniveau van de verschillende varianten, ter ondersteuning van het maken van een keuze tussen de varianten;
- 3) TOM's per onderdeel voor het bepalen van de optimale versterkingsvariant op basis van kwaliteit/betrouwbaarheid, kosten, hinder voor wegverkeer, hinder voor vaarwegverkeer, uitvoerbaarheid/veiligheid, raakvlakken, esthetica, etc.;
- 4) Een duidelijke conclusie en aanbeveling voor de in fase 3 op VO-niveau uit te werken versterkingen;
- 5) De rapportage dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

Afhankelijk van de omvang en de technische complexiteit van het versterkingsontwerp kan in overleg met Opdrachtgever gekozen worden voor een rapportage van de variantenstudie in de vorm van een presentatie waarbij in een gezamenlijke ontwerpsessie, waarbij aanwezig Opdrachtnemer en Opdrachtgever, een keuze wordt gemaakt tussen de varianten voor ieder onderdeel. Wanneer de conclusies van deze ontwerpsessie schriftelijk vastgelegd worden kan de bovenstaande schriftelijke rapportage achterwege blijven.

4.4.2 VO ontwerpnota Versterkingsontwerp (incl. tekeningen)

Toelichting: De geselecteerde versterkingsopties dienen uitgewerkt te worden op VO niveau. Dit betekent dat de geselecteerde versterkingen worden vastgelegd in tekeningen en berekeningen waarin de belangrijkste afmetingen, gewichten, hoeveelheden en raakvlakken bepaald zijn.

Voor het VO Versterkingsontwerp gelden de volgende eisen:

- 1) Er dient rekenkundig bepaald te worden wat de benodigde dimensies van de verschillende onderdelen van de versterkingen zijn voor het behalen van voldoende statische sterkte, stabiliteit en vermoeiingslevensduur (dus geen vuistregels en/of expert judgement). De volgende uitgangspunten zijn van toepassing:
 - a. Veiligheidsniveau minimaal "Verbouw";
 - b. Gevolgklasse CC3;
 - c. Restlevensduur cf. RBK (30 jaar voor "Verbouw" en 100 jaar voor "Nieuwbouw").
- 2) Na de VO fase mag de haalbaarheid en doelmatigheid van de beoogde versterkingen niet meer ter discussie staan. In de VO fase zijn globale afmetingen bepaald, echter zijn niet alle details uitgewerkt, behalve wanneer deze direct de haalbaarheid beïnvloeden.
- 3) Eventuele gevolgen voor de overige constructie (bijvoorbeeld het effect van de toename van het eigen gewicht en/of toename windbelasting) dient in het Versterkingsontwerp meegenomen te worden.
- 4) Bij het ontwerp van versterkingen dient, indien een langere aaneengesloten versterkingstijd met verkeershinder tot gevolg vereist is, en het dus waarschijnlijk is dat de versterkingen aangebracht moeten worden terwijl de brug (gedeeltelijk) open is voor verkeer, rekening te worden gehouden met (gedeeltelijke) variabele belastingen op de brug. Op basis van de variabele belastingen die op kunnen treden tijdens het aanbrengen van de versterkingen dienen maximale en minimale ingesloten spanningen op het moment van aanbrengen van de versterkingen bepaald te worden, welke een significante invloed kunnen hebben op de effectiviteit en dimensionering van de versterkingen.

De VO ontwerpnota dient minimaal het volgende te bevatten:

- 1) Een set technische tekeningen waarin de versterkte geometrie van de hoofddraagconstructie en/of dekconstructie in aanzichten, dwarsdoorsneden en waar nodig details is weergegeven;
- 2) Een tekstuele beschouwing van de ontworpen versterkingen aan de hand van de technische tekeningen in de rapportage;
- 3) Een rekenkundige onderbouwing van de statische sterkte, stabiliteit en vermoeiingslevensduur van de versterkte doorsneden en behouden doorsneden die beïnvloed worden door het aanbrengen van de versterkingen, daar waar niet bij voorbaat duidelijk is dat de behouden doorsneden zullen voldoen in de versterkte situatie. De berekeningen en de rapportage van de berekeningen dienen aan dezelfde eisen te voldoen als de eisen die gelden voor de herberekening;

- 4) Een beschouwing of de gewichtstoename in de bovenbouw door de versterkingen een mogelijk probleem vormt voor de onderbouw en/of fundering. Indien nodig dient ook een VO versterkingsontwerp voor de onderbouw en/of fundering opgesteld te worden. De kosten voor een VO versterkingsontwerp onderbouw en/of fundering worden betaald op basis van nacalculatie;
- 5) De rapportage dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

4.4.3 SSK Raming VO Versterkingsontwerp

Toelichting: Voor het VO versterkingsontwerp dient een raming opgesteld te worden conform de SSK-2018 methodiek. Deze raming moet voldoen aan de volgende eisen:

- 1) Het type raming dat opgesteld moet worden is een raming voor het uitvoeren van het versterkingsontwerp met een maximale variatiecoëfficiënt van 30%;
- 2) De raming dient inzichtelijk en overzichtelijk gerapporteerd te worden, met duidelijk naar het versterkingsontwerp terug te herleiden hoeveelheden en werkzaamheden;
- 3) De SSK raming dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

4.4.4 Concept uitvoeringsmethode en planning

Toelichting: Voor het VO versterkingsontwerp dient een concept haalbare uitvoeringsmethode en concept planning bepaald te worden, welke aan de volgende eisen moet voldoen:

- 1) Voor het selecteren van een variant voor de uitvoeringsmethode dient veelal een afweging gemaakt te worden tussen aspecten als hinder, kosten, kwaliteit, uitvoerbaarheid, etc. Deze afweging dient in overleg met Opdrachtgever gemaakt te worden. Mogelijk is het hiervoor nodig om verschillende varianten uit te werken en de keuze hierin voor te leggen aan Opdrachtgever. De kosten voor het uitwerken van varianten wordt betaald op basis van nacalculatie;
- 2) De werkzaamheden voor het realiseren van het versterkingsontwerp dienen in de tijd en ruimte uitgezet te zijn, inclusief benodigde verkeersmaatregelen;
- 3) De planning dient in de tijd te lopen vanaf het moment van voorbereiding uitvoering versterkingsmaatregelen tot aan het moment van oplevering gerealiseerde werkzaamheden;
- 4) In de planning dient de hinder voor wegverkeer en vaarwegverkeer welke veroorzaakt wordt door de werkzaamheden inzichtelijk gemaakt te worden;
- 5) In de planning dient de voorgestelde fasering van werkzaamheden en het benodigde materieel en mankracht inzichtelijk gemaakt te worden;
- 6) De concept uitvoeringsmethode en planning dienen ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

4.4.5 Concept V&G plan ontwerpfase

Toelichting: Conform het Arbobesluit, Afdeling 5 Bouwproces, artikel 2.26 is Opdrachtgever verplicht in de ontwerpfase zich ervan te vergewissen dat de bij de realisatie van het project betrokken werkgevers en zelfstandigen in staat zijn de verplichtingen voor de arbeidsomstandigheden die gelden in de uitvoeringsfase na te komen, in het bijzonder de verplichtingen, bedoeld in de artikelen 3, 5, eerste en derde lid en 8 van de Arbowet en hoofdstuk 4, afdeling 5.

Met een Veiligheids- en Gezondheidsplan (V&G-plan) ontwerpfase geeft de opdrachtgever invulling aan haar verantwoordelijkheid als opdrachtgever, om te zorgen voor een veilige werkplek en om schade aan de gezondheid van werkenden en derden te voorkomen tijdens het uit laten voeren van alle bouwkundige en civieltechnische werkzaamheden voor de realisatie van het werk en tenslotte voor het onderhoud, beheer en sloop (Arbobesluit, Afdeling 5 Bouwproces artikel 2.28).

Aan het (concept) V&G plan ontwerpfase worden de volgende eisen gesteld:

- 1) Het V&G plan ontwerpfase is een dynamisch document, waarvan de opstelling, detaillering en actualisering een in de tijd voortschrijdend proces is. Van belang is dat in ieder geval gedurende het ontwerpproces een analyse op veiligheids- en gezondheidsrisico's voor de benodigde werkzaamheden plaatsvindt, en de resultaten daarvan inclusief (de afspraken over) de te treffen maatregelen in het V&G plan zijn vastgelegd;
- 2) Voor het bepalen van veiligheids- en gezondheidsrisico's dient in de VO en DO fase een gezamenlijke RI&E sessie met Opdrachtnemer en Opdrachtgever plaats te vinden. Opdrachtnemer dient voorafgaand aan deze sessie een concept risicoanalyse op te stellen welke tijdens de sessie aan Opdrachtgever wordt gepresenteerd en wordt aangevuld waar nodig;
- 3) Het V&G plan ontwerpfase is het resultaat van de tijdens het ontwerpproces uitgevoerde risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E's). De RI&E's zullen leiden tot bepaalde gemaakte keuzes in het ontwerpproces. In het V&G-plan ontwerpfase worden deze keuzes toegelicht. Per risico worden beheersmaatregelen voorgesteld / voorgeschreven;
- 4) Het V&G plan ontwerpfase dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

Voor alle duidelijkheid: het V&G plan ontwerpfase betreft een V&G plan waarin risico's tijdens de uitvoering van de brugrenovatie en tijdens het gebruik van de brug na de renovatie in kaart gebracht worden, en waar mogelijk beheersmaatregelen voor in het ontwerp worden vastgelegd. Het gaat hier dus niet om een V&G plan voor bijvoorbeeld inspecties welke in het kader van deze opdracht uitgevoerd moeten worden. Voor dergelijke werkzaamheden dient Opdrachtnemer de risico's en bijbehorende maatregelen te beschrijven in het Integraal Veiligheid Document (IVD). Na afronding van het Versterkingsontwerp wordt het V&G plan ontwerpfase samen met het Versterkingsontwerp overgedragen aan het projectteam dat de brugrenovatie gaat uitvoeren, zodat voor alle vervolgfases van het project goed is gedocumenteerd hoe V&G aspecten reeds zijn meegenomen in de ontwerpfase.

4.5 Proceseisen Fase 3

Voor Projectfase 3 gelden dezelfde proceseisen als voor Projectfase 1, aangevuld met:

- 1) In het ontwerpproces dient opdrachtgever door opdrachtnemer betrokken te worden bij het maken van de belangrijkste ontwerpkeuzes voor versterkingen middels gezamenlijke werksessies van technisch specialisten van beide partijen;
- 2) Na voltooiing van alle producten in fase 3 dient een presentatie gegeven te worden over de resultaten tot op dit punt en vooruitblik op het vervolgtraject aan een bredere vertegenwoordiging van Opdrachtgever (o.a. de beheerder van de brug en vertegenwoordiging vanuit het VenR programma). Voorafgaand aan deze presentatie dient de Opdrachtnemer overleg te hebben met de Opdrachtgever over de inhoud van de presentatie.

5 Projectfase 4: DO Versterkingsontwerp

5.1 Doel Fase 4

Het doel van deze fase is het uitwerken van het in fase 3 opgestelde versterkingsontwerp tot op DO niveau. Daarnaast wordt de raming, haalbare uitvoeringsmethode, planning en het V&G plan ontwerpfase bijgewerkt waarbij het hogere detailniveau van het DO is verwerkt in de documenten.

Een ontwerp op DO niveau betekent dat de volledige geometrie van de versterkingen bepaald en vastgelegd wordt die nodig is voor de vereiste levensduur en constructieve sterkte, inclusief alle verbindingen, plaatdiktes, verstijvers en alle andere constructieve details. Het ontwerp dient zowel rekenkundig als in tekeningen vastgelegd te worden. Alle (las en bout) verbindingen dienen in detail ontworpen te worden, inclusief eigenschappen van bouten, lasvoorschriften en bijbehorende bewerkingen. Voor alle details dient de sterkte en levensduur beschouwd te worden. De versterkingen dienen in zijn totaliteit en volledig te worden uitgetekend inclusief die delen van de bestaande constructie waarop de versterking betrekking heeft.

Voor onderdelen die bij een leverancier worden betrokken (opleggingen, voegen) dient een definitieve technische specificatie opgesteld te worden.

Indien in het VO ook aanpassingen aan de onderbouw en fundering zijn ontworpen dan dienen ook deze tot op DO niveau uitgewerkt te worden.

5.2 Werkzaamheden Fase 4

De volgende werkzaamheden maken onderdeel uit van Projectfase 4:

- 1) Het opstellen en rapporteren van een DO ontwerpnota waarin de versterkingen op DO niveau worden uitgewerkt in tekeningen en berekeningen;
- 2) Het opstellen en rapporteren van een raming voor de DO-versterkingsmaatregelen volgens de SSK-2018 systematiek;
- 3) Het opstellen en rapporteren van een haalbare uitvoeringsmethode en planning voor het uitvoeren van de versterkingsmaatregelen, inclusief overzicht van hinder voor wegverkeer en vaarwegverkeer;
- 4) Het opstellen en rapporteren van een definitief V&G plan ontwerpfase, inclusief RI&E, waarin is vastgelegd hoe veiligheidsoverwegingen voor de realisatiefase zijn meegenomen in de ontwerpkeuzes van het versterkingsontwerp.

5.3 Producten Fase 4

De producten die in deze fase opgeleverd moeten worden zijn minimaal:

- 22) DO Ontwerpnota Versterkingsontwerp (incl. tekeningen);
- 23) SSK raming DO versterkingsontwerp;
- 24) Uitvoeringsmethode en planning;
- 25) V&G plan ontwerpfase;

De unieke nummering van deze producten is in Bijlage A16 overgenomen met toevoeging AV, Avenhornerbrug.

5.4 Eisen aan de producten Fase 4

5.4.1 DO ontwerpnota Versterkingsontwerp (incl. tekeningen)

Voor het DO Versterkingsontwerp gelden de volgende eisen:

- 1) Het VO Versterkingsontwerp dient in deze fase in tekeningen en berekeningen uitgewerkt te worden tot op DO niveau. Dit betekent dat de volledige geometrie van de versterkingen bepaald en vastgelegd wordt die nodig is voor de vereiste levensduur en constructieve sterkte, inclusief alle verbindingen, plaatdiktes, verstijvers en alle andere constructieve details. Voor alle details dient de sterkte en levensduur beschouwd te worden;
- 2) Alle (las en bout) verbindingen dienen in detail ontworpen te worden, inclusief eigenschappen van bouten, lasvoorschriften en bijbehorende bewerkingen;
- 3) De versterkingen dienen in zijn totaliteit en volledig te worden uitgetekend inclusief die delen van de bestaande constructie waarop de versterking betrekking heeft;
- 4) Voor onderdelen die bij een leverancier worden betrokken (kabels, opleggingen, voegen) dient een definitieve technische specificatie opgesteld te worden;
- 5) Uitgangspunt voor het uitwerkingsniveau van het DO is dat de Opdrachtnemer van het realisatiecontract niet opnieuw een integraal rekenmodel van de brug moet produceren voor het opstellen van het UO en/of het realiseren van de versterkingen. Dit betekent o.a. dat in het DO ook bijvoorbeeld een principeoplossing moet worden ontworpen voor eventuele montagedelingen in versterkingen, zodat de realisatieaannemer vrij (binnen bepaalde randvoorwaarden) is in het kiezen van de locatie van deze delingen en hiervoor niet het ontwerp aan hoeft te passen;
- 6) Indien in het VO ook aanpassingen aan de onderbouw en fundering zijn ontworpen dan dienen ook deze tot op DO niveau uitgewerkt te worden;
- 7) Naast het uitwerken van het Versterkingsontwerp dient in de DO fase de gehele brugconstructie opnieuw op sterkte, stabiliteit en vermoeiing getoetst te worden voor de toekomstige, versterkte situatie. Dit is een integrale herhaling van de herberekening, maar nu met een rekenmodel waar de versterkingen in verwerkt zijn;
- 8) Bij het ontwerp van versterkingen dient, indien een langere aaneengesloten versterkingstijd met verkeershinder tot gevolg vereist is, en het dus waarschijnlijk is dat de versterkingen aangebracht moeten worden terwijl de brug (gedeeltelijk) open is voor verkeer, rekening te worden gehouden met (gedeeltelijke) variabele belastingen op de brug. Op basis van de variabele belastingen die op kunnen treden tijdens het aanbrengen van de versterkingen dienen maximale en minimale ingesloten spanningen op het moment van aanbrengen van de versterkingen bepaald te worden, welke een significante invloed kunnen hebben op de effectiviteit en dimensionering van de versterkingen.

De DO ontwerpnota dient minimaal het volgende te bevatten:

- 1) Een set technische tekeningen waarin de versterkte geometrie van de hoofddraagconstructie en/of dekconstructie in aanzichten, dwarsdoorsnedes en waar nodig details is weergegeven. Om de inpassing van het Versterkingsontwerp in de bestaande delen van de brug duidelijk te maken dient de gehele brug op tekening uitgewerkt te worden, waarbij vervolgens middels details ingezoomd wordt op specifieke versterkingen en details daarvan;
- 2) Een tekstuele beschouwing van de ontworpen versterkingen aan de hand van de technische tekeningen in de rapportage;
- 3) Een rekenkundige onderbouwing van de statische sterkte, stabiliteit en vermoeiingslevensduur van de versterkte doorsnedes. De berekeningen en de rapportage van de berekeningen dienen aan dezelfde eisen te voldoen als de eisen die gelden voor de herberekening;
- 4) Een integrale herhaling van de herberekening van de brug voor de toekomstige, versterkte, situatie. De berekeningen en de rapportage van de berekeningen dienen aan dezelfde eisen te voldoen als de eisen die gelden voor de herberekening;
- 5) Een beschouwing of de gewichtstoename in de bovenbouw door de versterkingen een mogelijk probleem vormt voor de onderbouw en/of fundering. Indien nodig dient ook een DO versterkingsontwerp voor de onderbouw en/of fundering opgesteld te worden. De kosten voor het DO versterkingsontwerp onderbouw en/of fundering worden betaald op basis van nacalculatie;
- 6) De rapportage dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

5.4.2 SSK Raming DO Versterkingsontwerp

Toelichting: Voor het DO Versterkingsontwerp dient een raming opgesteld te worden conform de SSK-2018 methodiek. Deze raming moet voldoen aan de volgende eisen:

- 1) Het type raming dat opgesteld moet worden is een raming voor het uitvoeren van het versterkingsontwerp met een maximale variatiecoëfficiënt van 15%;
- 2) De raming dient inzichtelijk en overzichtelijk gerapporteerd te worden, met duidelijk naar het versterkingsontwerp terug te herleiden hoeveelheden en werkzaamheden;
- 3) De SSK raming dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

5.4.3 Uitvoeringsmethode en planning

Toelichting: Voor het DO Versterkingsontwerp dient een uitvoeringsmethode en uitvoeringsplanning bepaald te zijn, welke aan de volgende eisen moet voldoen:

- 1) Bij het uitwerken van de uitvoeringsmethode dient veelal een afweging gemaakt te worden tussen aspecten als hinder, kosten, kwaliteit, uitvoerbaarheid, etc.. Deze afweging dient in overleg met Opdrachtgever gemaakt te worden. Mogelijk is het hiervoor nodig om verschillende varianten uit te werken en de keuze hierin voor te leggen aan Opdrachtgever. De kosten voor het uitwerken van varianten wordt betaald op basis van nacalculatie;
- 2) De werkzaamheden voor het realiseren van het versterkingsontwerp dienen in de tijd en de ruimte uitgezet te zijn, inclusief benodigde verkeersmaatregelen;
- 3) De planning dient in de tijd te lopen vanaf het moment van voorbereiding uitvoering versterkingsmaatregelen tot aan het moment van oplevering gerealiseerde werkzaamheden;
- 4) In de planning dient de hinder voor wegverkeer en vaarwegverkeer welke veroorzaakt wordt door de werkzaamheden inzichtelijk gemaakt te worden;
- 5) De uitvoeringsmethode en planning dienen ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

5.4.4 V&G plan ontwerpfase

Aan het V&G plan ontwerpfase worden de volgende eisen gesteld:

- 1) Het V&G Plan Ontwerpfase dient aan dezelfde eisen te voldoen als het concept V&G Plan Ontwerpfase dat is opgesteld in de VO fase, echter nu bijgewerkt voor het hogere detailniveau van de DO fase;
- 2) De rapportage Het V&G Plan Ontwerpfase dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

5.5 Proceseisen Fase 4

Voor Projectfase 4 gelden dezelfde proceseisen als voor Projectfase 1, aangevuld met:

- 1) In het ontwerpproces dient opdrachtgever door opdrachtnemer betrokken te worden bij het maken van de belangrijkste ontwerpkeuzes middels gezamenlijke werksessies van technisch specialisten van beide partijen;
- 2) Na voltooiing van alle producten in fase 4 dient een presentatie gegeven te worden over de resultaten tot op dit punt en vooruitblik op het vervolgtraject aan een bredere vertegenwoordiging van Opdrachtgever (o.a. de beheerder van de brug en vertegenwoordiging vanuit het VenR programma). Voorafgaand aan deze presentatie dient de Opdrachtnemer overleg te hebben met de Opdrachtgever over de inhoud van de presentatie.

6 Projectfase 5: Specificatiefase

6.1 Doel Fase 5

Het doel van deze fase is het opstellen van 1 of meer technische specificaties voor het DO Versterkingsontwerp welke als contractueel document opgenomen kunnen worden in het realisatiecontract.

6.2 Werkzaamheden Fase 5

De volgende werkzaamheden maken onderdeel uit van Projectfase 5:

- 1) Opstellen en rapporteren technische specificatie(s) voor het DO Versterkingsontwerp ten behoeve van het realisatiecontract;
- 2) Het voor een periode van 12 maanden na acceptatie van het definitieve DO versterkingsontwerp door Opdrachtgever beschikbaar zijn van Opdrachtnemer voor beantwoorden van vragen over het versterkingsontwerp in relatie tot de (voorbereiding van de) aanbesteding van het realisatiecontract.

6.3 Producten Fase 5

De producten die in deze fase opgeleverd moeten worden zijn minimaal:

- 26) Technische specificatie(s) DO versterkingsontwerp.

De nummering van de producten in de verschillende fasen is een doorlopende nummering zodat de producten eenduidig te duiden zijn.

6.4 Eisen aan de producten Fase 5

6.4.1 Technische specificatie(s) DO versterkingsontwerp

Toelichting: Voor het DO versterkingsontwerp dienen 1 of meerdere technische specificatie(s) te worden opgesteld waarin het versterkingsontwerp toegelicht wordt en stapsgewijs de technische eisen die eraan worden gesteld zijn vastgelegd. Het gaat hier bijvoorbeeld om de volgorde van werkzaamheden, kwaliteitseisen aan het eindresultaat, toleranties en gedurende welke fases van de realisatie wel, geen of beperkte variabele belastingen (verkeer, wind, temperatuur) aanwezig mogen zijn. Het uitgangspunt is dat de specificatie(s) dusdanig worden opgesteld dat deze 1 op 1 en samen met het DO versterkingsontwerp als bijlage bij het contract ten behoeve van de uitvoering kan worden opgenomen.

De technische specificatie(s) DO Versterkingsontwerp dienen minimaal te bevatten:

- 1) Een integrale technische omschrijving van het versterkingsontwerp;
- 2) Een omschrijving per onderdeel van de versterkingsmaatregelen welke eisen vanuit het DO aan de uitvoering en het eindresultaat gesteld worden. Het gaat hier niet om het opstellen van een UO, maar om het vastleggen van de technische eisen waar de uitvoering aan moet voldoen om het eindresultaat zoals beoogd in het DO te bereiken. Een voorbeeld hiervan is het uitvoeren van

lasverbeteringstechnieken. Aan de uitvoeringsprocedure en het resultaat hiervan worden vaak specifieke eisen gesteld waarvoor in het DO aannames zijn gedaan. Als zodanig is er geen vrijheid in het UO voor de realisatieaannemer om zijn eigen methode te bepalen en dient dit in deze specificatie voorgeschreven te zijn;

- 3) Eisen die gesteld worden aan het verwijderen en opnieuw aanbrengen van conservering;
- 4) Eisen die gesteld worden aan de volgorde van versterkingsmaatregelen;
- 5) Eisen die gesteld worden aan de aanwezigheid van variabele belastingen (verkeer, wind, temperatuur) in verschillende fases van montage van of uitvoering van de versterkingen. Indien een wind of temperatuurbepierking geldt dan dient deze rekenkundig onderbouwd te zijn;
- 6) Eventuele eisen voor praktijkproeven/productieproeven die uitgevoerd moeten worden voor complexe/risicovolle handelingen/bewerkingen om de werkwijze en het uitvoerend personeel te beproeven voordat de werkzaamheden op de brug plaatsvinden.

6.5 Proceseisen Fase 5

Voor Projectfase 5 gelden dezelfde proceseisen als voor Projectfase 1, aangevuld met:

- 1) Opdrachtnemer dient voor een periode van 12 maanden na acceptatie van het definitieve DO Versterkingsontwerp door Opdrachtgever beschikbaar te zijn voor vragen over het Versterkingsontwerp in relatie tot de (voorbereiding van de) aanbesteding van het realisatiecontract.
- 2) Opdrachtnemer dient voor het bovenstaande een contactpersoon (incl. vervanging) in haar organisatie aan te wijzen waar Opdrachtgever eventuele vragen aan kan richten en die vervolgens de beantwoording coördineert. Vragen van Opdrachtgever dienen binnen 10 werkdagen beantwoord te worden.
- 3) De kosten voor het beschikbaar zijn van de Opdrachtnemer ten behoeve van het beantwoorden van vragen wordt verrekend op basis van nacalculatie.

7 Eisen aan het Technisch Management

De onderstaande eisen aan het technisch management zijn van toepassing op alle projectfases.

7.1

Algemene eisen aan het Technisch Proces

- 1) Opdrachtnemer dient als sleutelfunctionaris een Hoofdconstructeur aan te stellen die, gedurende het gehele project, de verantwoordelijkheid draagt voor de coördinatie van de berekeningen en ontwerpwerkzaamheden en op dit gebied deskundig aanspreekpunt is voor de Opdrachtgever;
- 2) De toetsen, vaststelling en vrijgave van alle producten met een constructieve component dient (mede) te gebeuren door de Hoofdconstructeur;
- 3) Het is niet toegestaan voor Opdrachtnemer om zonder toestemming van Opdrachtgever producten op te knippen in deelproducten en deze los van elkaar en gefaseerd in de tijd bij Opdrachtgever in te dienen;
- 4) Indien Opdrachtnemer zonder tijdig overleg met Opdrachtgever meer dan 5 werkdagen afwijkt van een in de producten planning voor een product gecommuniceerde leverdatum dan kan het zijn dat Opdrachtgever langer dan de eerder in deze vraagspecificatie vastgestelde reactietermijn voor toetsing nodig heeft. Opdrachtgever zal altijd streven naar zo snel mogelijk reageren, maar voor sommige producten is het noodzakelijk om de benodigde capaciteit ver van tevoren in de agenda's van de betrokken specialisten te reserveren;
- 5) Opdrachtnemer dient er rekening mee te houden dat Opdrachtgever gedurende de gehele doorlooptijd van het project alle technische werkzaamheden en producten diepgaand inhoudelijk zal toetsen. Hiervoor dient Opdrachtnemer inzicht te verschaffen in alle resultaten en alle toegepaste rekensheets, programma's en procedures.

7.2

Toepassen Integraal Veiligheidsmanagement (IV)

- 1) Opdrachtnemer dient de werkzaamheden met betrekking tot integraal veiligheidsmanagement zodanig in te richten, dat de werkzaamheden en resultaten van werkzaamheden op een veilige en gezonde wijze verricht en gerealiseerd worden.
- 2) Opdrachtnemer dient zijn beschrijving van het proces Integraal Veiligheidsmanagement, waarmee ten minste invulling wordt gegeven aan de veiligheids-thema's welke nader zijn toegelicht in bijlage A13 "Integraal Veiligheid Plan (IVP) inclusief Ontwerp RI&E" bij Vraagspecificatie A, ter acceptatie in te dienen bij de Opdrachtgever.
- 3) Opdrachtnemer dient ongevallen terstond ter kennis te brengen van de Opdrachtgever.
- 4) Opdrachtnemer dient ongevallen, bijna ongevallen en incidenten op te nemen in de voortgangsrapportage.

8 Overzicht van bijlagen

Bijlage A1	RBK Staal d.d. 31-1-2017 (startdocument voor de NEN 8703)
Bijlage A2	Detailcategorieën voor vermoeiing van klinknagelverbindingen en van orthotrope rijdekken met open verstijvers (niet van toepassing)
Bijlage A3	Overzicht historische en toekomstige aantallen vrachtwagens per jaar (Nobs)
Bijlage A4	Eisen t.a.v. scannen van archiefinformatie
Bijlage A5	Relevante inspectierapportages
Bijlage A6	Selectie van archieftekeningen
Bijlage A7	Digitaal tekeningenarchief
Bijlage A8	Archiefberekening
Bijlage A9	Fotoarchief
Bijlage A10	Werkinstructie behandelen kleine oppervlakken met chroom VI houdende conservering
Bijlage A11	Vereist data-format rekmeetprogramma
Bijlage A12	Concept specificatie meetprogramma
Bijlage A13	Integraal Veiligheid Plan (IVP)
Bijlage A14	Werkinstructie onderzoek chroom-6 en zware metalen in bestaande conserveringssystemen
Bijlage A15	RTD 1004 – d.d. 21-12-2020
Bijlage A16	Productenlijst
Bijlage A17	Uitgangspuntennota Quick Scan

Bijlage A1 RBK Staal d.d. 31-1-2017 (startdocument voor de NEN 8703)

- * *Document is in ontwikkeling en kan gedurende de looptijd van dit project wijzigen, in het kader van:*
- *lopende onderzoeken naar klinknagels;*
 - *ontwikkeling van de NEN-8703.*

Bijlage A3 Overzicht historische en toekomstige aantallen vrachtwagens per jaar (Nobs)

Document is nog niet meegeleverd. Dit volgt nog.

Bijlage A4 Eisen t.a.v. scannen van archiefinformatie

Ter voorbereiding op het scannen worden onderstaande stappen uitgevoerd:

- Document ontdoen van hechtmechanieken en bindmiddelen;
- Beoordelen of met de grootformaatscanner moet worden gescand;
- Te kleine of vreemd gevormde documenten zo mogelijk op een vel papier van A4-formaat plakken (om te scannen), anders een kopie op A4-formaat maken. Die kopie moet visueel identiek zijn aan het origineel;
- Keuze wel/geen enveloppe (bij bezwaar/beroepsprocedures/zienswijzen, wanneer er wettelijke termijnen van toepassing zijn altijd meescannen).

Als aanbeveling voor een hoge kwaliteit van de registratie voor vervanging geldt dat de leesbaarheid van alle gedrukte teksten voldoet aan Quality Index (QI) ≥ 5 ofwel minimaal 5 lp/mm, dat wil zeggen het aantal lijnparen per millimeter bij een resolutie van 300 ppi. Voor afbeeldingen geldt QI $\geq 1,5$.

Voor het scannen worden minimaal de volgende instellingen gehanteerd:

Scaninstellingen

Instelling	Eis of aanbeveling	Achtergrond
300 ppi	Eis	Deze resolutie wordt in de Metamorfoze-richtlijnen nodig geacht om de minimale scherpste van 5 lp/mm (QI) te halen. Bij lagere resoluties wordt tekstherkenning (OCR) bemoeilijkt, waardoor de bruikbaarheid van gegevens vermindert.
Bitdiepte 24, True Color	Eis	Aanbevolen wordt om erfgoedobjecten in 24 bits kleur op te nemen (48 bits kleur alleen in uitzonderlijke gevallen waarbij objecten een uitzonderlijk kleurbereik en/of diepe zwarte tinten hebben)
Compressie: standaard <u>geen</u>	Aanbeveling	Wanneer wel compressie: • ongecomprimeerd: TIFF 6.0 Baseline (geschikt 8-bit en 16-bit) • lossless compressie: JPEG2000 part 1 (geschikt 8-bit en 16-bit) (gemiddeld 50% besparing opslagruimte) • lossy compressie: JPEG compressie ratio 1:10 (alleen 8-bit) (gemiddeld 90% besparing opslagruimte)
Dubbelzijdig scannen: aan	Aanbeveling	
Blanco pagina's: aan (< 1%)	Aanbeveling	
Opvullen perforatiegaten: aan	Aanbeveling	

Instelling	Eis of aanbeveling	Achtergrond
Kleurcorrectie: uit	Aanbeveling	
Nietjesdetectie: aan	Aanbeveling	
Scherpte, helderheid: automatisch en midden	Aanbeveling	
Contrast: handmatig en midden	Aanbeveling	
Bijsnijden (autocrop): uit	Aanbeveling	
Rechtzetten: aan	Aanbeveling	
Achtergrondonderdrukking: uit	Aanbeveling	

Valideren, controle en herstelacties

Na het scannen controleert de scanmedewerker de scan. Wanneer een scan niet voldoet aan tenminste één van de genoemde kwaliteitseisen, wordt een herstelactie uitgevoerd om de kwaliteit te verbeteren. De scans worden in dat geval digitaal hersteld of in het geheel opnieuw gescand. Voorbeelden van digitale herstelacties zijn:

- Blanco pagina's verwijderen
- Roteren
- Bijsnijden
- Ruisreductie
- Scheefheid
- Helderheid
- Contrastaanpassing

Indien nodig worden herstelacties uitgevoerd zoals beschreven in onderstaande tabel:

Kwaliteitsnormen/-eisen	Herstelacties indien niet aan kwaliteitsnormen wordt voldaan
Alle pagina's zijn in de juiste volgorde gescand, inclusief bijlagen en volledig ten opzichte van het papier (100%).	Controleer de doorvoer, vergelijk 1 op 1, scan ontbrekende pagina's en voeg deze op de juiste positie in.
De pagina's zijn rechtop leesbaar.	Eventueel roteren van desbetreffende pagina.
Blanco pagina's zijn gescand (perforatiegaten gelden als blanco).	Betreffende pagina's selecteren en verwijderen.
Pagina's staan niet scheef (origineel is niet scheef, marge op scheefheid 2 graden als geen informatie ontbreekt).	Controle doorvoer, transportrol en opnieuw scannen.
Eventuele enveloppe achteraan plaatsen.	Bij vastlopen, relevant deel enveloppe lossnijden en opnieuw scannen.

Kwaliteitsnormen/-eisen	Herstelacties indien niet aan kwaliteitsnormen wordt voldaan
Het document is gescand volgens het juiste scanprofiel.	Document opnieuw scannen volgens juist scanprofiel.
Het document en daardoor het beeld van de scan mag niet worden verminkt tijdens het scannen.	Bijvoorbeeld door scheef trekken doorvoer. Het document herstellen en opnieuw scannen.
Tekstdelen mogen niet weggevalen.	Pagina's opnieuw scannen, mogelijk tekst door vouwen of ezelsoren weggevalen. Eerst gladstrijken van alle vouwen.
Geen verscherping of verzwarting zodat letters dichtlopen of onleesbare passages ontstaan.	Controleer instellingen en opnieuw scannen.
Geen bovenmatige kleurafwijkingen die de bruikbaarheid verminderen. Betekenisvolle kleuren zijn herkenbaar (in grafieken, kaarten, tekeningen, foto) en te interpreteren.	Controleer profielkeuze en instellingen en opnieuw scannen.
Geen horizontale en/of verticale strepen.	Schoonmaken scanner en nogmaals scannen.
Geen pixelverstoringen of vlekken op de scan.	Schoonmaken scanner en nogmaals scannen.
Pagina's met weinig tekst worden mogen niet als blanco pagina worden gezien en dienen te zijn gescand.	Controleer alle pagina's en pagina alsnog scannen en invoegen. Indien bestanden pagina's bevatten die <1% image hebben dan worden die standaard niet gescand en komt dit naar voren tijdens de visuele controle.
Scans zijn niet te licht en blijven leesbaar.	Pagina's opnieuw scannen met een hogere resolutie.
Details zijn leesbaar zoals duidelijke leestekens, relevante decimaalpunten of -komma's, kleine letters in voetnoten.	Pagina's opnieuw scannen met een hogere resolutie.

Voorkeursformaten

Informatiesoort	Voorkeursformaat	Acceptabel formaat
Audio	WAV, WAVE, BWF	MP3, AAC
Database	SQL, SIARD, ODB	ACDB, MDB
Document	PDF/A-1, PDF/A-2, ODT	PDF 1.7, DOC, DOCX
E-mail	EML	MSG, PST, MBOX

Informatiesoort	Voorkeursformaat	Acceptabel formaat
Image	TIFF, PNG	JPEG, JPG, JP2, JPX
Presentation	ODP, PDF/A	PPT, PPTX
Spreadsheet	ODS, CSV, PDF/A	XLS, XLSX
Vector Image	SVG	In overleg
Video	MXF	MPEG-4, MKV

Metadata t.b.v. duurzame archivering

Element	Omschrijving	Verplicht
Document-Id	Element dat unieke registratiecode van document bevat.	JA
Documentsoort	Element waarmee (generiek) documenttype kan worden geduid. Heeft geen invloed op beschikbare metadata etc.	JA
Naam	Element om bestandsnaam mee te duiden van document.	JA
Status	Element dat wordt gebruikt om aan te geven of een document definitief of concept is.	JA
Vertrouwelijkheid	Element om aan te geven of document al dan niet openbaar is.	JA
Hoofdproces	Element voor duiding hoofdproces (hiërarchisch niveau 1), zoals beschreven in ARIS	JA
Deelproces	Element voor duiding deelproces (hiërarchisch niveau 2), zoals beschreven in ARIS	JA

Bijlage A5 Relevante inspectierapportages

Documenten zijn separaat meegeleverd.

Bijlage A6 Selectie van archieftekeningen

Documenten zijn separaat meegeleverd.

Bijlage A7 Digitaal tekeningenarchief

Documenten zijn separaat meegeleverd.

Bijlage A8 Archiefberekening

Documenten zijn separaat meegeleverd.

Bijlage A9 Fotoarchief

Documenten zijn separaat meegeleverd.

Bijlage A10 Werkinstructie behandelen kleine oppervlakken met chroom VI houdende conservering

Document is separaat meegeleverd.

Bijlage A11 Vereist data-format rekmeetprogramma

De rekmeetdata dient aan te worden geleverd in komma-gescheiden of spatie-gescheiden ASCII formaat (CSV-file). Als decimaal-scheidingsteken moet een punt gebruikt zijn. De files hebben de volgende opbouw:

- Ofwel alles in één file, ofwel afzonderlijke files met een deel van het signaal. In het laatste geval: ofwel files 'geknipt' in de tijd, ofwel 'geknipt' per meetlocatie, ofwel een combinatie. Er dient een aanvullende file aangeleverd te worden met daarin de geknipte tijdfilenames onder elkaar weergegeven. Als voorbeeld van dat laatste, wanneer het tijdsignaal opgeknipt is in drie files met in chronologische volgorde de filenames rek1-10min.dat, rek10-20min.dat en rek20-30min.dat, dan kan in een file met bijvoorbeeld de naam totalfiles.dat aangegeven worden:
rek1-10min.dat
rek10-20min.dat
rek20-30min.dat
- De files mogen headers bevatten (met bijvoorbeeld informatie over de meting). Headers moeten altijd de eerste regels van de file zijn. Het aantal regels waaruit de headers bestaan mag zelf gekozen worden, maar het aantal regels moet in iedere tijdfile hetzelfde zijn.
- De regels na de header bevatten de tijd en de bijbehorende meetdata (zie volgende aandachtsstreepje). Er mag geen afsluitende header toegepast worden (dus niet een regel aan het einde van de file(s) die andere informatie geeft dan tijd en rekken).
- In ieder regel is de tijd aangegeven in de eerste kolom(men) en de meetdata in de daaropvolgende kolommen. De indeling is identiek voor iedere tijdfile. Alle kolommen moeten waarden (dus getallen) bevatten. Letters of leestekens zijn dus enkel toegestaan in de header.
- De tijd kan aangegeven worden met één of meer van de volgende kolommen: jaar, maand, dag, uur, minuut, seconde, duizendste seconde. De volgorde waarin dit aangegeven wordt is vrij. Indien dagen en uren aangegeven worden moet de dag ingedeeld zijn in 24 uur, en niet in 12 uur AM + 12 uur PM. Er mogen fracties aangegeven zijn (dus bijvoorbeeld 1.306 seconde; dit maakt de kolom met duizendste seconden dus overbodig in dit voorbeeld). Duidelijk moet aangegeven zijn welke kolom wat beschrijft, bijvoorbeeld in de header.
- Er kan ofwel de keuze gemaakt worden dat de tijd doorloopt over de verschillende tijdfiles, ofwel dat iedere tijdfile opnieuw begint met de tijd 0. In het laatste geval moet de absolute datum en tijd in de header van de file aangegeven worden.
- Duidelijk moet zijn aangegeven wat de meeteenheid is (bijvoorbeeld voltage, microrek, microrek / k-waard van de rekstrook). Een eventueel toe te passen conversiefactor (bijvoorbeeld om van volt of verlenging naar rek te gaan) duidelijk aangegeven zijn, bijvoorbeeld in de header.
- De rekken van alle opnemers in één file moeten voor iedere tijdsindicatie gegeven zijn, op dezelfde regel als waarin de tijd is weergegeven.

Als voorbeeld, voor een file met twee opnemers (strain1 en strain2) moet het niet zo:

```

Time(s)      strain1 (me)  strain2 (me)
0.00
              -.503        1.24
0.05
              0            1.02
0.10
              -.210        0.85

```

En niet zo:

```

Time(s)      strain1 (me)  strain2 (me)
0.00         -.503        1.24
0.05         0            1.02
0.10         -.210        0.85

```

Maar zo weergegeven zijn:

```

Time(s)      strain1 (me)  strain2 (me)
0.00         -.503        1.24
0.05         0            1.02
0.10         -.210        0.85

```

Hieronder volgen twee voorbeelden van mogelijke formats van de file:

Eerste voorbeeld

```

strain measurements bridge xxx period November 1 to 7, 2016
all strains records microstrain
file date and starting time 1 november 5.30 AM.
  Time(s)      strain1 (me)  strain2 (me)
  0.00         -.503        1.24
  0.05         0            1.02
  0.10         -.210        0.85

```

Tweede voorbeeld

```

strain measurements bridge xxx period November 1 to 7, 2016
all strains records microstrain
  Time                                strain1  strain2
  Year Mnth Day Hr Min S             me      me
  2016 11   1   5  30 0.00  -.503    1.24
  2016 11   1   5  30 0.05   0      1.02
  2016 11   1   5  30 0.10  -.210    0.85

```

Bijlage A12 Concept specificatie rekmeetprogramma

Deze bijlage bevat een beschrijving van het door Rijkswaterstaat gewenste rekmeetprogramma aan de Avenhornerbrug in de A7, 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.

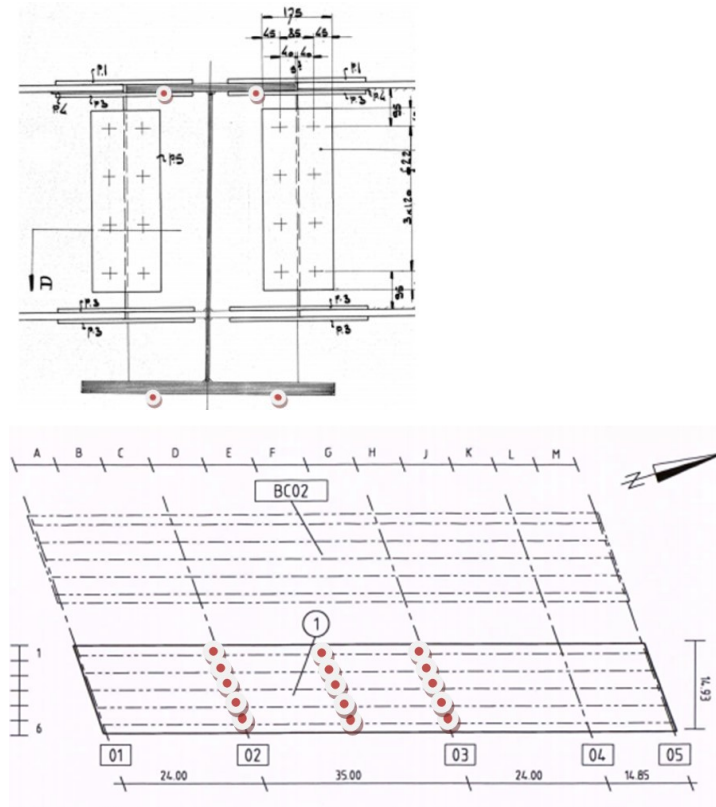
De twee naast elkaar gelegen bruggen zijn nagenoeg identiek uitgevoerd, zowel in geometrie als in materialisering. Daarom kan volstaan worden met meting aan één van deze twee bruggen.

Om een realistisch beeld te krijgen van de grootte van spanningen ten behoeve van de beoordeling van de Constructieve Veiligheid, statische sterkte en vermoeiingssterkte, dienen specifieke locaties te worden voorzien van rekstroken. De locaties zijn zo gekozen dat gemeten wordt een nominale spanning, dat wilt zeggen geen spanningsconcentratie. Omdat hoofdzakelijk sprake is van 1-assige spanningstoestand, er bestaat geen noemenswaardig verhinderde dwarscontractie, kunnen deze rekken rechtstreeks worden doorvertaald naar spanningen uitgaande van $\sigma = E \cdot \epsilon$. Met de gevonden spanningen, toebehorend aan een eenheidsvoertuig, kan het bijbehorend moment en daarmee het momentenverloop worden bepaald alsmede de spanningsverdeling over de doorsnede. De positie van de rekstroken is gegeven in Figuur A12.1.

Zoals aangegeven in Figuur 1 dient gemeten te worden op $3 * 5$ posities in het platte vlak met per positie 4 locaties over de doorsnede: twee op de onderzijde onderflens stalen ligger en twee op de onderkant bovenflens stalen ligger. Voor de posities in het veld van de grootste overspanning gaat het om het veld midden. Voor de posities t.p.v. de steunpunten gaat om de locatie zo dicht mogelijk op de as van de steunpunten zodanig dat de gemeten nominale rek niet wordt verstoord door een spanningspiek a.g.v. de verbinding van de tussendrager met de bovenflens van de stalen hoofdligger.

Hiermee komt het totaal aan rekstroken op $3 * 5 * 4 = \mathbf{60 \text{ stuks}}$.

De rekstroken, geplaatst in een buitenomgeving moeten een rek aan kunnen van minimaal $4 * \text{de vloeirek van het staal}$. Het gaat om enkele rekstroken, d.w.z. alleen een meting in langsrichting.



Figuur A12.1 Positie van rekstroken

Bijlage A13 Integraal Veiligheid Plan (IVP)

Document is separaat meegeleverd.

Bijlage A14 Werkinstructie onderzoek chroom-6 en zware metalen in bestaande conserveringssystemen

Document is separaat meegeleverd.

Bijlage A15 RTD 1004 - d.d. 21-12-2020

Document is separaat meegeleverd

Bijlage A16 Productenlijst

Wanneer in deze Bijlage informatie staat opgenomen over Versterkingsontwerp is dit uiteraard alleen geldig indien de noodzaak daarvan is gebleken bij de toetsing van Constructieve Veiligheid. Aan de productnummers is de toevoeging AV gedaan, dit staat voor Avenhornerbrug .

In de onderstaande productenlijst wordt onder optioneel verstaan: afhankelijk van de voorgaande werkzaamheden wel of niet uitvoeren.

Fase	Nr.	Product	Indienen bij OG ter acceptatie / toetsing / informatie	Optioneel	Nacalculatie
Doorlopend		Notulen technische overleggen	Ter acceptatie	Nee	Nee
1	1AV	Integraal Veiligheidsdocument (IVD)	Ter acceptatie	Nee	Nee
1	2AV	Archiefinventarisatie	Ter acceptatie	Nee	Nee, stelpost
1	3AV	Digitale versies van nog niet gedigitaliseerde archiefinformatie	Ter acceptatie	Nee	Nee, stelpost
1	4AV	Plan van Aanpak Aanvullend Onderzoek	Ter acceptatie	Ja	Nee, stelpost
1	5AV	Rapportage(s) Aanvullend Onderzoek	Ter acceptatie	Ja	Nee, stelpost
1	6AV	Constructieve Risicoanalyse	Ter acceptatie	Nee	Nee
1	7AV	Plan van Aanpak Constructieve Inspectie	Ter acceptatie	Nee	Nee
1	8AV	Rapportage Constructieve Inspectie	Ter acceptatie	Nee	Nee
1	9AV	Plan van Aanpak Rekmeetprogramma	Ter acceptatie	Nee	Nee
1	10AV	Rapportage installatie meetopstelling	Ter acceptatie	Nee	Nee
1	11AV	Rapportage ballastproef en validatie rekenmodel	Ter acceptatie	Nee	Nee
1	12AV	Rapportage resultaten rekmeetprogramma.	Ter acceptatie	Nee	Nee

Fase	Nr.	Product	Indienen bij OG ter acceptatie / toetsing / informatie	Optioneel	Nacalculatie
1	13AV	Uitgangspuntennota (UPN)	Ter acceptatie	Nee	Nee
2	14AV	Rapportage verificatieberekening bestaande situatie	Ter acceptatie	Nee	Ja
2	15AV	Rapportage(s) verdiepende berekeningen	Ter acceptatie	Ja	Ja
2	16AV	Tussentijdse adviesmemo renoveren of vervangen	Ter acceptatie	Nee	Nee
3	17AV	Rapportage variantenstudie versterkingsontwerp	Ter acceptatie	Ja	Ja
3	18AV	VO Ontwerpnota versterkingsontwerp (incl. tekeningen)	Ter acceptatie	Ja	Ja
3	19AV	SSK raming VO versterkingsontwerp	Ter acceptatie	Ja	Nee
3	20AV	Concept uitvoeringsmethode en uitvoeringsplanning	Ter acceptatie	Ja	Nee
3	21AV	Concept V&G plan ontwerpfase	Ter acceptatie	Ja	Nee
4	22AV	DO Ontwerpnota versterkingsontwerp (incl. tekeningen)	Ter acceptatie	Ja	Ja
4	23AV	SSK raming DO versterkingsontwerp	Ter acceptatie	Ja	Nee
4	24AV	Uitvoeringsmethode en uitvoeringsplanning	Ter acceptatie	Ja	Nee
4	25AV	V&G plan ontwerpfase	Ter acceptatie	Ja	Nee
5	26AV	Technische specificatie(s) DO versterkingsontwerp	Ter acceptatie	Ja	Nee

Bijlage A17 Uitgangspuntennota Quick Scan

Document is separaat meegeleverd