



RWS BEDRIJFSVERTROUWELIJK

Vraagspecificatie Herberekening en Versterkingsontwerp Brug o/d Beneden Merwede in de N3

Bijlage A Vraagspecificatie

Zaaknummer: 31163427

Datum:	06-05-2021
Status:	Definitief
Versie	1.0



Colofon

Uitgegeven door	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Grote Projecten en Onderhoud
Datum	06-05-2021
Status	Definitief
Versienummer	1.0
Opgesteld door	Bas Wijnbeld
Getoetst door	Frank van Dooren, Henk Tiemensma

Inhoud

Colofon	2
1 Inleiding	5
1.1 Identificatie	5
1.2 Begrippen	5
1.3 Projectdoelstellingen en -omschrijving	8
1.3.1 Projectdoelstellingen	8
1.3.2 Omschrijving door te rekenen en te versterken brugdelen	8
1.3.3 Beschikbare archiefinformatie	13
1.3.4 Fasering project en vraagspecificatie	13
1.3.5 Normen en richtlijnen	14
1.3.6 Samenvatting beschikbare inspectierapportages	15
1.3.7 Stelpost	16
1.3.8 Nacalculatie	16
2 Projectfase 1: Uitgangspuntenfase	17
2.1 Doel Fase 1	17
2.2 Werkzaamheden Fase 1	17
2.3 Producten Fase 1	17
2.4 Eisen aan de producten Fase 1	18
2.4.1 Integraal Veiligheid Document (IVD)	18
2.4.2 Archiefinventarisatie	18
2.4.3 Digitaliseren van nog niet gedigitaliseerde archiefinformatie	18
2.4.4 Plan van Aanpak Aanvullend Onderzoek (optioneel)	18
2.4.5 Rapportage(s) Aanvullend Onderzoek (optioneel)	19
2.4.6 Plan van Aanpak Conserveringsonderzoek	19
2.4.7 Rapportage Conserveringsonderzoek	20
2.4.8 Constructieve Risicoanalyse	20
2.4.9 Plan van Aanpak Constructieve Inspectie	20
2.4.10 Rapportage Constructieve Inspectie	21
2.4.11 Plan van Aanpak rekmeetprogramma	22
2.4.12 Rapportage Installatie Meetopstelling	27
2.4.13 Rapportage ballastproef en validatie rekenmodel	27
2.4.14 Rapportage resultaten meetprogramma	27
2.4.15 Plan van Aanpak Hangerkrachtmetingen	28
2.4.16 Rapportage resultaten hangerkrachtmetingen	28
2.4.17 Uitgangspuntennota (UPN)	29
2.5 Proceseisen Fase 1	32
3 Projectfase 2: Herberekeningsfase	34
3.1 Doel Fase 2	34
3.2 Werkzaamheden Fase 2	34
3.3 Producten Fase 2	34

3.4	Eisen aan de producten Fase 2	34
3.4.1	Rapportage verificatieberekening bestaande situatie	34
3.4.2	Rapportage(s) Verdiepende Berekeningen	42
3.4.3	Tussentijdse adviesmemo renoveren of vervangen.....	42
3.5	Proceseisen Fase 2	43
4	Projectfase 3: VO Versterkingsontwerp	44
4.1	Doel Fase 3	44
4.2	Werkzaamheden Fase 3.....	44
4.3	Producten Fase 3.....	45
4.4	Eisen aan de producten Fase 3	45
4.4.1	Rapportage variantenstudie versterkingsontwerp	45
4.4.2	VO ontwerpnota versterkingsontwerp (incl. tekeningen)	46
4.4.3	SSK Raming VO Versterkingsontwerp	47
4.4.4	Concept uitvoeringsmethode en uitvoeringsplanning	47
4.4.5	Concept V&G plan ontwerpfase.....	48
4.5	Proceseisen Fase 3	49
5	Projectfase 4: DO Versterkingsontwerp	50
5.1	Doel Fase 4	50
5.2	Werkzaamheden Fase 4.....	50
5.3	Producten Fase 4.....	51
5.4	Eisen aan de producten Fase 4	51
5.4.1	DO ontwerpnota versterkingsontwerp (incl. tekeningen)	51
5.4.2	SSK Raming DO Versterkingsontwerp	52
5.4.3	Uitvoeringsmethode en uitvoeringsplanning	53
5.4.4	V&G plan ontwerpfase.....	53
5.5	Proceseisen Fase 4	53
6	Projectfase 5: Specificatiefase.....	54
6.1	Doel Fase 5	54
6.2	Werkzaamheden Fase 5.....	54
6.3	Producten Fase 5.....	54
6.4	Eisen aan de producten Fase 5	54
6.4.1	Technische specificatie(s) DO versterkingsontwerp.....	54
6.5	Proceseisen Fase 5	55
7	Eisen aan het integraal projectmanagement	56
7.1	Algemene eisen aan het Technisch Proces.....	56
7.2	Toepassen Integraal Veiligheidsmanagement (IV)	57
8	Overzicht van bijlagen.....	58

1 Inleiding

1.1 Identificatie

Deze Vraagspecificatie met bijlagen maakt onderdeel uit van de Overeenkomst met zaaknummer 31143427, ten behoeve van het uitvoeren van het project 'Herberekening en Versterkingsontwerp Brug o/d Beneden Merwede in de N3'.

1.2 Begrippen

In deze Vraagspecificatie worden onderstaande begrippen met een beginhoofdletter gebruikt. 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 wanneer tekeningen ontbreken, 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 velen 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, Meridian, etc. Beheerobjecten bestaan uit een of meerdere objectdelen.

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 als de vermoeiings(rest)levensduur.

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, ontwerpberoeeningen, 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, bijvoorbeeld door bijvoorbeeld corrosie of aanvaringen/aanrijdingen vastgelegd te worden.

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.

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.

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 onderdelen waaruit de brugconstructie op hoofdlijnen is opgebouwd, waaronder:

1. hoofdligger: plaatligger, smalle koker, brede koker, vakwerk;
2. dwarsdrager;
3. langsligger (onder los betondek, staalbetondek of houten dek);
4. console;
5. dek: betondek (=los), samenwerkend beton, staal orthotroop met bulbs/troggen/zwevende troggen/strippen, aluminium, hout, kunststof;
6. boog, pyloon, tui, hanger;
7. onderwindverband, bovenwindverband, portaal;
8. brugspecifieke hoofdonderdelen (bijvoorbeeld bij een 'renovatiedek');
9. oplegging;
10. 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.

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).

RISK: Rijdek Inspecties Stalen Kunstwerken, een gericht technisch RWS-inspectieprogramma, sedert 1998, van dekplaten, troggen en bulbprofielen, gericht op de vermoeiingsproblematiek bij stalen rijdekken.

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 die leiden tot een te positief of te negatief resultaat. 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 Versterkings- ontwerp 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

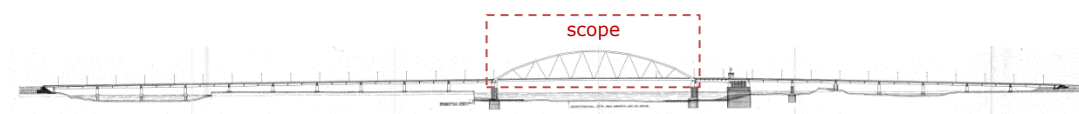
1.3.1 Projectdoelstellingen

Het doel van het project Herberekening en Versterkingsontwerp Brug o/d Beneden Merwede in de N3 is het verkrijgen van rekenkundig onderbouwd inzicht in de constructieve veiligheid van de brug en het op DO niveau uitwerken van een renovatievariant indien de Constructieve Veiligheid niet voldoet aan de vigerende normatieve of door RWS gestelde eisen hiervoor. Hiertoe dient een algehele constructieve herberekening van de brug op zowel sterkte (inclusief globale stabiliteit, staafstabiliteit en plaatstabiliteit) als vermoeiing te worden uitgevoerd. In geval 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. 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 verbouwniveau voor versterkte doorsnedes, inclusief 30 jaar restlevensduur voor op vermoeiing.

1.3.2 Omschrijving door te rekenen en te versterken brugdelen

De Brug o/d Beneden Merwede in de N3 is een belangrijke Noord-Zuidverbinding in het hoofdwegennet tussen de A15 en de A16. Het totale brugcomplex bestaat uit een boogbrug (de hoofdoverspanning), een basculebrug en betonnen aanbruggen aan de Noord- en Zuidzijde. Deze opdracht beperkt zich tot de hoofdoverspanning, een boogbrug van 202,8m, zoals in 1967 gefabriceerd door de firma Penn en Bauduin uit Dordrecht (zie Figuur 1).

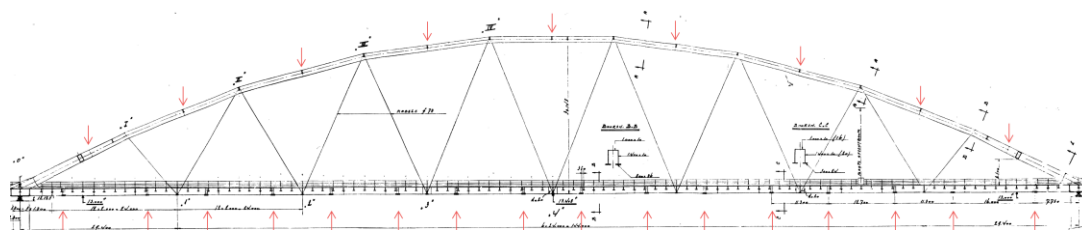


Figuur 1: scope van de herberekening

Het ontwerp van de brug is van Ir. W.J. van der Eb, die eerder ook de 1^e Van Brienenoordbrug ontwierp. De Brug o/d Beneden Merwede in de N3 is kleiner, maar heeft diverse gelijkenissen met de 1^{ste} Van Brienenoordbrug; de diagonale hangerkabels en de combinatie van kleine en grote dwarsdraggers die samen met een middenligger de dekconstructie ondersteunen. Er zijn ook een aantal opvallende verschillen; de dekconstructie en het windverband in de boog. Hieronder volgt een beknopte samenvatting van de constructie.

Originele ontwerp

De hoofdoverspanning wordt gevormd door een hoofdligger en boog gekoppeld door diagonale hangers. De sectiedelingen zijn aangegeven met rode pijlen.

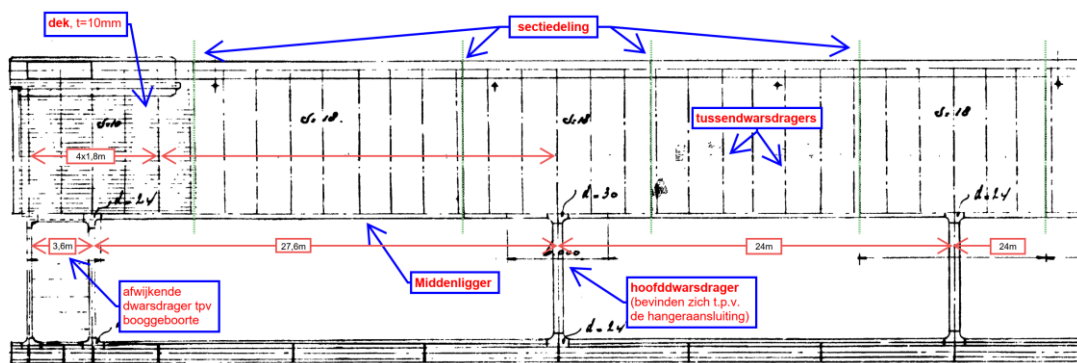


Figuur 2: Overzicht sectiedelingen

Ter plaatse van iedere hangeraansluiting aan de hoofdligger bevindt zich een hoofddwarsdrager. Een middenligger in het midden van de brug overspant tussen deze hoofddwarsdragers (24m). Ter plaatse van de booggeboorte wijkt deze overspanning af (3,6m en 27,6m), zie Figuur 3.

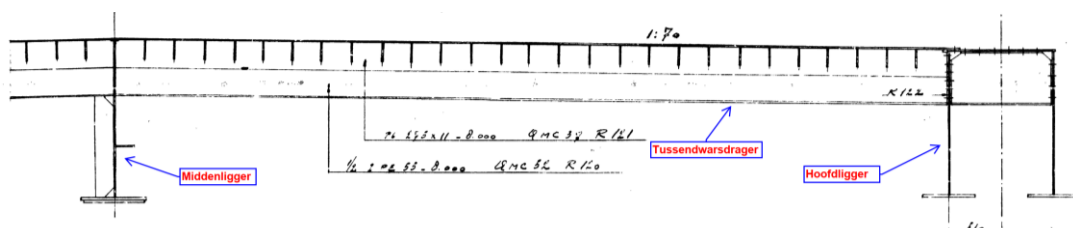
Tussen de hoofddwarsdragers bevinden zich tussendwarsdragers (2m h.o.h. en 1,8m bij de booggeboorte) die worden ondersteund door de middenligger. De eerste sectie heeft een dekplaatdikte van 10mm (st. 52), bij de overige secties is de dikte 18mm (st. 37), zie Figuur 3. De strippen onder het dek hebben een afmeting van 160x10mm en staan h.o.h. 285mm. De dikte van 18mm is waarschijnlijk gekozen om de minimale trekspanning in de diagonalen iets te verhogen.

Het voordeel van de diagonale hangers is meer stijfheid in de constructie, maar het nadeel is de gevoeligheid voor het ontlasten van de diagonalen. Deze brug is door het relatief lage gewicht daar erg gevoelig voor, waardoor niet volstaan kan worden met alleen enkel lineaire rekenmodellen. Voor analyse van minimale hangerkrachten en de consequenties van het ontlasten van 1 of meerdere hangers is aanvullend een fysisch niet-lineair rekenmodel nodig waarin de stijfheid van de hangerkabels afhankelijk is gemaakt van het spanningsniveau.



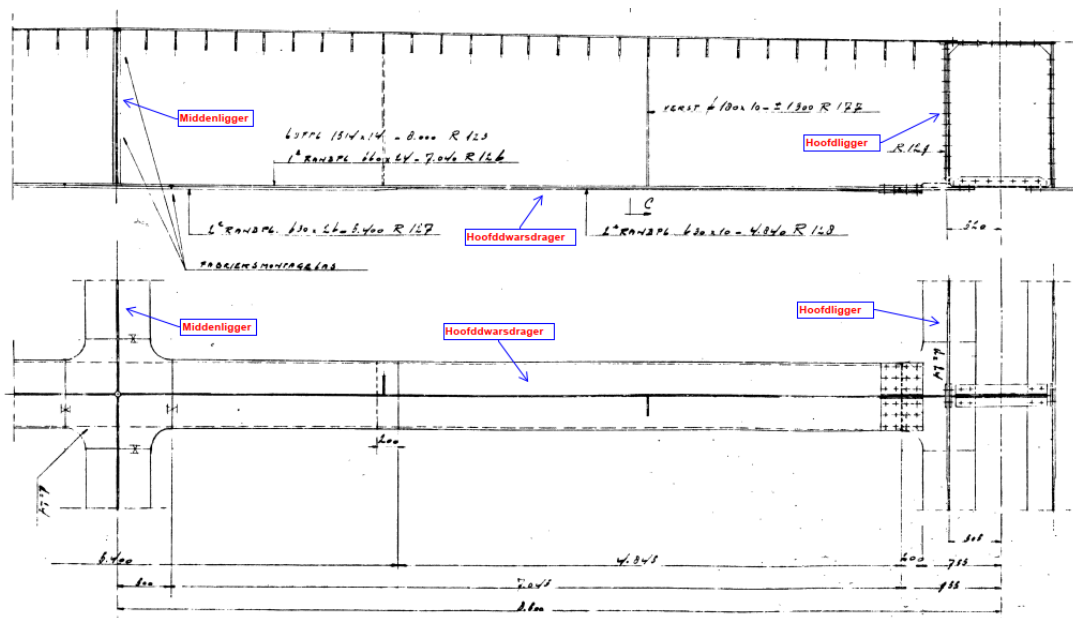
Figuur 3: Overzicht (ondersteunings) dekconstructie

De onderste helft van de tussendwarsdragers wordt gevormd door een 1/2-IPE550, waardoor er een langslas halverwege de lijfhoogte aanwezig is (zie Figuur 4). Er zit variatie in de wijze van aansluiten van de tussendwarsdrager op de hoofdliggers en middenligger.



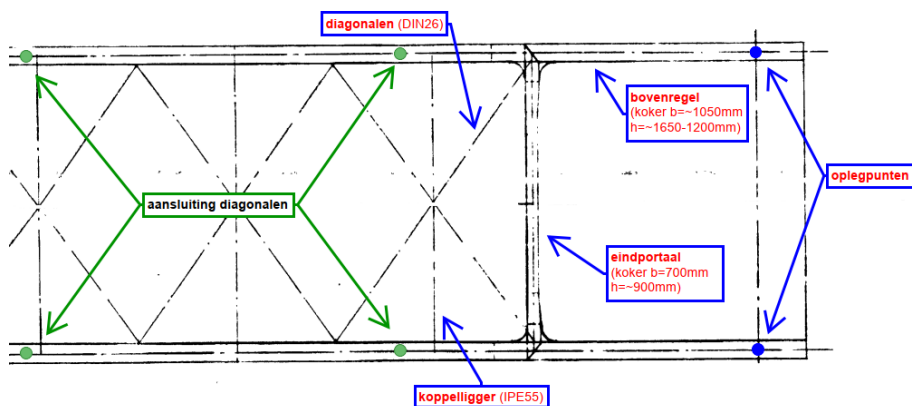
Figuur 4: Tussendwarsdrager

De middenligger en hoofddwarsdragers zijn samengesteld uit platen, zie Figuur 5. De einddwarsdrager wordt gevormd door twee hoofddwarsdragers die aan de onderzijde continu met elkaar zijn verbonden. Hierdoor ontstaat een koker met een breedte van 3,6m (zie links in Figuur 3).



Figuur 5: Hoofddwarsdrager en middenligger

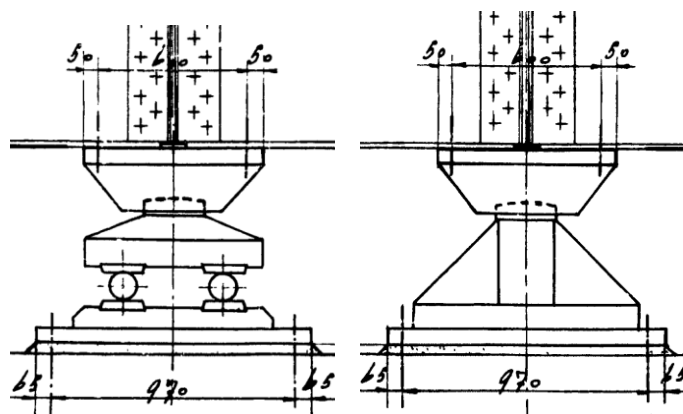
Het windverband bestaat uit diagonalen en uit koppelliggers (zie Figuur 6). Door de aanwezigheid van de koppelliggers zullen er significante momenten om de zwakke as ontstaan t.g.v. normaalkracht op de boog. De diagonalen willen bij verkorten van de boog immers naar buiten drukken, dit wordt tegengehouden door de koppelliggers. Dit effect lijkt, zover bekend bij RWS, niet in rekening gebracht in de originele berekening. De bouwwijze, met name het moment van verbinden van de koppelliggers met de hoofdliggers, heeft een invloed op de uiteindelijke momenten die hierdoor ontstaan. Het is daarom noodzakelijk alle beschikbare documentatie goed na te gaan m.b.t. deze stap in de bouwfase, en indien nodig meerdere situaties door te rekenen.



Figuur 6: Eindportaal en windverband

De hangerkabels, type "locked coil" met Z-draden in de buitenste laag, hebben een diameter van 79,5mm en een oppervlak van 4082mm². In het archief is een document aanwezig waarin proeven m.b.t. stijfheid (incl. kruip en slip) en sterkte beschreven zijn (uitgevoerd in 1967).

De brug heeft vier oplegpunten die allen in dwarsrichting zijn gefixeerd en scharnierend zijn uitgevoerd. De opleggingen aan de noordzijde (Papendrecht) zijn in langsrichting gefixeerd en aan de zuidzijde zijn er rollen aangebracht. Op de bestektekening (A29514) zijn enkele belangrijke ontwerpwaarden van de opleggingen gegeven (zie Figuur 7).



Figuur 7: Opleggingen

Ontwerpwaarden tek. A29514 & berekening in blauw (cursief):

R_z = 800 ton (900ton)
 R_{dwars} = 60 ton (60ton)
 $R_{langs,wrijving}$ = 24 ton
 $R_{langs,wind}$ = 50 ton

Totale kracht in langsrichting:

Type A = 24 ton (27ton)

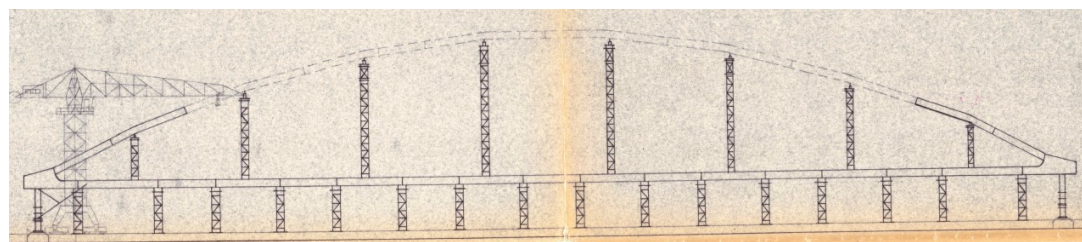
Type B = 74 ton (74ton)

+/-43mm beweging (bij de rol)

Van de opleggingen zijn ook de uitvoeringstekeningen en de berekeningsrapportage (Fris Kreutz 27-9-1965) aanwezig. Daarin worden iets hogere waarden vermeld. Het contactvlak is uitgevoerd als een taatsoplegging met stralen van 800mm (boven) en 730mm (onder) en een diameter van 280mm. De rollen hebben een diameter van 100mm.

Montagevolgorde

De brug is op de waterkant gebouwd en vervolgens ingevaren. Tijdens het samenstellen zijn de hoofdliggers ondersteund ter plaatse van iedere sectiedeling en t.p.v. de booggeboorte. De boog werd ondersteund doormiddel van 8 torens. De resulterende krachswerking hangt echter van een aantal details af, zoals de wijze van het op spanning brengen van de hangerkabels, wijze van ondersteunen van de vloerdelen/middenligger en het koppelen van het windverband. Hiervoor is een nadere analyse van de archiefstukken nodig.



Figuur 8: Bouwfase tijdens de montage

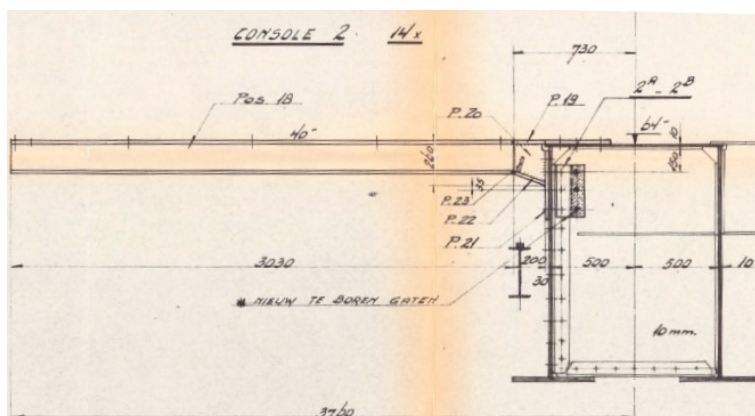
Tijdens de bouw (ondersteunde situatie) zijn de hangerlengtes gemeten. In 1968 zijn de kabelkrachten door TNO bepaald doormiddel van ontlasten m.b.v. vijzels en door frequentiemetingen. Er is toen ook een poging gedaan om een kabelkracht te corrigeren door het toevoegen van vulplaten, maar met weinig succes (rapport B-68-250).

Het archief zal op dit punt nader onderzocht moeten worden op verdere informatie. Ter verificatie wordt in de voorliggende vraagspecificatie gevraagd om een kabelkrachtmeting uit te voeren en de gemeten krachten te verwerken in de herberekening.

Fietspad uitbreiding

De brug is in eerste instantie gebouwd zonder het huidige fietspad aan de oostzijde, fietsverkeer was in die tijd aanwezig op de hoofdrijbaan. Rond 1977-1978 is het fietspad aangebracht. Het fietspad is echter ontworpen voor een zeer beperkte belasting van globaal 200kg/m² en lokaal 400kg/m², en geen dienstvoertuig. De consoles van het fietspad zijn uitgevoerd in HE180M en staan in lijn met de dwarsdraggers (2m h.o.h.). Het fietspad is op dit moment in slechte staat en zal in op korte termijn gerenoveerd worden,

waarbij naar verwachting de houten planken één-op-één worden vervangen, de langsliggers en consoles worden opgeknapt en alle verbindingsmiddelen worden vernieuwd. Uitgangspunt voor te vervangen delen is 1-op-1 vervanging, echter de exacte uitgangspunten voor de herberekening zullen bij aanvang van het rekenwerk afgestemd moeten worden op basis van de meest recente informatie. Er dient in ieder geval rekening mee gehouden te worden dat de constructie van het fietspad ook herberekend moet worden om tot een integrale berekening te komen.



Figuur 9: Consoles fietspad

Door het toevoegen van een uitkragend fietspad aan één zijde van de brug, zullen de hangers aan de andere zijde van de brug verder worden ontlast. Dit versterkt de problematiek van het ontlasten van de hangers.

1.3.3

Beschikbare archiefinformatie

In het archief zijn twee relevante berekeningsmappen aanwezig (BBV_0012_00 en BBV_0012_01). De inhoud van deze mappen is hieronder in grote lijnen samengevat.

BBV_0012_00:

- 2 uitvoeringstekeningen van de hoofdopleggingen van de brug
- Tekening van een uitbreidingsvoorstel van het fietspad (1968, niet uitgevoerd)
- Diverse berekeningen die niet gerelateerd zijn aan de hoofdoverspanning
- (Ontwerp)berekening van de fietspad-uitbreiding
- (Ontwerp)berekening van de hoofdoverspanning op sterkte, uitgaande van een andere rijbaanindeling dan uitgevoerd (2 rijstroken en 2 fietsstroken)
- Verslag over de beproeving van de diagonaalkabels (1967), inclusief metingen aan de stijfheid, slip en kruip.
- (Klad)berekening van fietspaduitbreiding
- Resultaten van een zakkingsmeting van de boog (1967)
- Diverse berekening gerelateerd aan de hoofdoverspanning, met name gerelateerd aan de vervormingen.
- Berekeningen m.b.t. de stijfheid van de kabels
- Berekeningen t.b.v. de bouwfase
- Berekening van de hoofdopleggingen (1965, Duits)
- Aantal berekeningen die als vervallen zijn geclassificeerd
- Een aantal ontwerp-berekening van de brug
- Korte samenvatting t.b.v. het rekencentrum in Duitsland
- Meting van de kabelkrachten uitgevoerd door TNO (1968)
- Samenvatting profielenlijst

BBV_0012_01:

- Enkele berekeningen m.b.t. transportwagen op het fietspad en conserveringswagen op de verfwagenbaan.
- Advies m.b.t. aanbrengen ZOAB
- Sterkteberekening van de brug, goed te volgen, lijkt compleet, inclusief ongeveer 60 invloedslijnen.

In Bijlage A7 is de inhoud van de voornaamste tekeningenmappen opgesomd. In het rood aangegeven documenten die nog gedigitaliseerd moeten worden. Groen gemarkeerde tekeningen zijn reeds digitaal beschikbaar, echter soms in wisselende kwaliteit. De tekeningenmappen hebben globaal de volgende inhoud:

- Mappen 2210 en 2270: (bestek)tekeningen van Rijkswaterstaat dir. Bruggen
- Mappen 2405 en 2406: uitvoeringstekeningen van Penn en Bauduin
- Map 2407: tekeningen van Fritz Kreutz (opleggingen) en verfwagen
- map 2408: onder andere de specificatie van het oorspronkelijke asfalt (1967)
- Map 767: tekening van de verbreding uit 1977 (fietspad) van zowel Penn en Bauduin als Rijkswaterstaat dir. Bruggen
- map 2484: onder andere opdracht tot conserveren hangerkabels (1989) en het aanbrengen van een gemodificeerde kabelbeschermingsconstructie (1990)

1.3.4

Fasering project en vraagspecificatie

Het project en deze Vraagspecificatie zijn opgebouwd uit 5 projectfasen (PF), welke hieronder globaal omschreven zijn. Nadere proces- en producteisen voor deze fasen worden verderop in deze vraagspecificatie gesteld:

Fase 1: Uitgangspuntenfase: In deze fase worden verschillende activiteiten uitgevoerd ten einde een goede en volledige UPN op te stellen. Alle beschikbare archiefinformatie wordt geïnventariseerd, geanalyseerd en geordend. Eventueel ontbrekende informatie wordt aangevuld met Aanvullend Onderzoek. Er wordt een conserveringsonderzoek uitgevoerd en gerapporteerd. Middels een constructieve risicoanalyse en vereenvoudigd rekenmodel van de brug worden aandachtspunten voor een Constructieve Inspectie vastgesteld en vervolgens wordt deze inspectie uitgevoerd en gerapporteerd. Met het

vereenvoudigde rekenmodel en de constructieve risicoanalyse wordt tevens een plan van aanpak voor rekmetingen opgesteld en de daarbij horende ballastproef. De meetopstelling wordt vervolgens op de brug aangebracht en een ballastproef wordt uitgevoerd. Daarnaast worden hangerkrachtmetingen uitgevoerd. Op basis van al het voorgaande wordt een UPN opgesteld. Onderdeel van de UPN zijn o.a. de definitieve FE rekenmodellen die gebruikt zullen worden in vervolgfases. Daarnaast wordt in het begin van fase 1 het IVD opgesteld.

Fase 2: Herberekeningsfase: In deze fase wordt een integrale verificatieberekening van de brug in de bestaande situatie uitgevoerd en gerapporteerd. Op basis van de resultaten dient ON een voorstel te doen voor mogelijke Verdiepende Berekeningen. Vervolgens worden de Verdiepende Berekeningen in deze fase uitgevoerd. Aan het einde van deze fase wordt de UPN bijgewerkt op basis van mogelijk voortschrijdend inzicht.

Fase 3: VO Ontwerpfase: In deze fase worden varianten voor versterkingen ontwikkeld (tekeningen/schetsen en berekeningen) en afgewogen, en op haalbaarheid getoetst. Vervolgens wordt voor iedere versterking een variant gekozen, wordt deze op VO niveau uitgewerkt en wordt een eerste concept raming en uitvoeringsmethode/-planning hiervoor opgesteld. Daarnaast wordt een concept V&G Plan ontwerpfase opgesteld.

Fase 4: DO ontwerpfase: In deze fase worden de gekozen versterkingsopties uitgewerkt tot op DO niveau (tekeningen en berekeningen), en wordt de verificatieberekening uit Fase 2 herhaald voor de versterkte situatie. Daarnaast wordt de uitvoeringsmethode/-planning, SSK-raming en het V&G plan ontwerpfase definitief gemaakt.

Fase 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 volgordelijkheid, 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 zijn dat ze samen met de DO tekeningen in het realisatiecontract kunnen worden opgenomen.

Eventuele verdere ondersteuning door ON aan OG in een mogelijk realisatieproject kan vereist zijn maar maakt geen onderdeel uit van de voorliggende opdracht.

De exacte scope en omvang is per fase in hoofdstuk 2 t/m 6 van deze vraagspecificatie nader gedefinieerd. Een samenvatting van de te leveren producten is gegeven in Bijlage A16.

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 Brug o/d Beneden Merwede in de N3 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 A2 opgenomen rapportage m.b.t. vermoeiing van klinknagelverbindingen en orthotrope rijvloeren met open verstijvers;
- 3) De in Bijlage A1 opgenomen concept RBK staal/concept startdocument voor NEN 8703;
- 4) De Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken (ROK) versie 2.0;
- 5) 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. Het betreft de volgende documenten:

<i>19980707_Inspectie-kabels</i> Vrij oude visuele inspectie van de kabels uit 1998. Coating was op dat moment al vrij bros, waardoor deze makkelijk loslaat. Enkele plaatsen vertonen oppervlakkige roest.
<i>19990915_Inspectie-conservering</i> Inspectie van de conservering i.v.m. aflopen garantietermijn. Hierin staat dat de brug in 1996 corrosievrij is gemaakt en opnieuw geconserveerd. Er zijn laagdiktemetingen uitgevoerd.
<i>20020115_Inspectierapport</i> Betreft een algemene inspectie van de constructie (excl. het dek). Geen grote opmerkingen, wel een lekkage in het veld (foto in rapport). De afschermconstructie van 5 kabels gedemonteerd voor inspectie.
<i>20140519_Programmaringsinspectie</i> Inspectie van het gehele complex, zeer algemeen. Geen relevante informatie aanwezig.
<i>20180718_RISK2018-VR-38C100-BenMerw-2</i> Nauwkeurige definitie huidige rijstrookindeling en de kritische (te inspecteren) delen van het dek bij de RISK inspecties.
<i>20190318_1903-02165 v1.0 - GTI Rapport - Verbindingen hangers 38C-100 BBM</i> GTI m.b.t. de corrosie van (een deel van) de boutverbinding tussen de hangers en de hoofdliggers. Document bevat foto's van de constructie. Als onderdeel van het DO versterkingsontwerp dient binnen deze opdracht een oplossing uitgewerkt te worden voor de gecorrodeerde moeren van de hangerstoelen, zoals vastgesteld bij deze inspecties.
<i>2020_077_Qumey_Rep1_Rev 1</i> Herhaling van de onvolledige GTI van 2019 op de gecorrodeerde moeren en bouten van de hangerstoelen, waarbij ook NDO is uitgevoerd. Deze rapportage bevat een volledig overzicht van welke bouten zijn aangetast door corrosie.
<i>20200410_2004-02095 v1.0 - Rapportage - Chroom en Lood onderzoek - Brug od Beneden Merwede</i> Onderzoek naar Chroom (VI) en lood in de conservering. Onderzoek was beperkt tot een aantal monsters. Helaas waren er veel storende componenten aanwezig in de monsters, waardoor Chroom-VI niet correct kon worden gerapporteerd.

20200413_2004-02087 v1.0 - Rapportage GTI - Oostelijke Hoofd(langs)ligger - Brug
od Beneden Merwede

Diverse onderzoeken om de ernst van de corrosie vast te stellen; visuele inspectie vanaf de inspectiewagen, betonboringen en inspectie trekputten. Uiteindelijk wordt geconcludeerd dat er materiaalafname aanwezig is bij de oostelijke hoofdligger. Deze materiaalafname is niet gekwantificeerd.

20200518_RISK2020-R-38C100-BenMerw-P2VO+HDC-1 (concept versie)

RISK inspectie van het rijdek. Er zijn een aantal type schades gevonden. Een aantal van deze schades zijn duidelijk het gevolg van vermoeiing, maar een aantal lijken veroorzaakt door overbelasting of een aanvaring.

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

1.3.7

Stelpost

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

- Onderdeel 1:
Budget voor aanvullend onderzoek of aanvullende inspecties, zie paragraaf 2.4.4 en 2.4.5;
- Onderdeel 2:
Budget voor het laten analyseren van de resultaten van de rekmetingen door TNO, zie paragraaf 2.4.11;
- Onderdeel 3:
Budget voor het laten uitvoeren van hangerkracht-/tuikrachtsmetingen door TNO, zie paragraaf 2.4.15;
- Onderdeel 4:
Budget voor toegangsvoorzieningen, bereikbaarheidsvoorzieningen en verkeersmaatregelen voor inspecties en uitvoering van het rekmeetprogramma en hangerkracht-/tuikrachtsmetingen.

De totale hoogte van de stelpost is 450.000 euro.

1.3.8

Nacalculatie

Een aantal werkzaamheden betaald op basis van nacalculatie, indien van toepassing is dit bij de betreffende werkzaamheden aangegeven.

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 conserveringsonderzoek, een constructieve risicoanalyse, een constructieve inspectie, (de start van) een rekmeetprogramma en hangerkrachtmetingen. 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 (optioneel);
- 5) Het uitvoeren en rapporteren van een conserveringsonderzoek;
- 6) Het uitvoeren en rapporteren van een constructieve risicoanalyse om aandachtspunten voor een Constructieve Inspectie te bepalen;
- 7) Het uitvoeren en rapporteren van een algehele Constructieve Inspectie;
- 8) Het uitvoeren en rapporteren van een rekmeetprogramma, incl. ballastproef;
- 9) Het uitvoeren en rapporteren van een vergelijking tussen rekmetingen en rekenmodel, en indien nodig het aanpassen/kalibreren van het rekenmodel hiermee;
- 10) Het uitvoeren en rapporteren van hangerkrachtmetingen;
- 11) 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 (optioneel)
- 5) Rapportage(s) Aanvullend Onderzoek (optioneel)
- 6) Plan van Aanpak Conserveringsonderzoek
- 7) Rapportage Conserveringsonderzoek
- 8) Constructieve Risicoanalyse
- 9) Plan van Aanpak Constructieve Inspectie
- 10) Rapportage Constructieve Inspectie
- 11) Plan van Aanpak Rekmeetprogramma
- 12) Rapportage installatie meetopstelling
- 13) Rapportage ballastproef en validatie rekenmodel
- 14) Rapportage resultaten rekmeetprogramma
- 15) Plan van Aanpak hangerkrachtmetingen
- 16) Rapportage resultaten hangerkrachtmetingen
- 17) Uitgangspuntennota (UPN)

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) Alle in de archieven van RWS gevonden informatie, documenten, tekeningen en berekeningen 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) Een beoordeling van de volledigheid, relevantie en bruikbaarheid van het archief 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.

2.4.3 Digitaliseren van nog niet gedigitaliseerde archiefinformatie

Toelichting: In bijlage A7 is een tekeningenlijst gegeven met een overzicht van de in het archief van RWS beschikbare tekeningen. Slechts de tekeningen die in deze bijlage groen zijn gemarkeerd zijn digitaal beschikbaar. Alle rood gemarkeerde tekeningen zijn alleen op papier beschikbaar en dienen gedigitaliseerd te worden. Voor het bepalen van de prijs qua aantallen scans dient aangenomen te worden dat de rood gemarkeerde tekeningen plus 20% (marge voor aanvullende archiefvondsten) gescand moet worden. Eventuele aanvullende scans zijn meerwerk welke verrekend worden op basis van het aantal aanvullende scans t.o.v. de oorspronkelijke scope.

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

- 1) Gedigitaliseerd te worden conform de eisen in Bijlage A4;
- 2) Gebundeld in 1 digitale zending in combinatie met de archiefinventarisatie (zie paragraaf 2.4.2) ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

2.4.4 Plan van Aanpak Aanvullend Onderzoek (optioneel)

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 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) Ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

Omdat de scope van Aanvullend Onderzoek van tevoren niet bekend is geldt hiervoor dat alle kosten hiervoor verrekend worden met de stelpost.

2.4.5

Rapportage(s) Aanvullend Onderzoek (optioneel)

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.

Omdat de scope van Aanvullend Onderzoek van tevoren niet bekend is geldt hiervoor dat alle kosten hiervoor verrekend worden met de stelpost.

2.4.6

Plan van Aanpak Conserveringsonderzoek

Toelichting: Om te bepalen of er Chroom VI en/of andere zware metalen in het bestaande conserveringssysteem op de brug aanwezig zijn dient ON een conserveringsonderzoek te laten uitvoeren.

Het PVA Conserveringsonderzoek dient:

- 1) Tekstueel en grafisch te beschrijven hoe en op welke locaties conserveringsmonsters zullen worden genomen;
- 2) Te omschrijven welke bereikbaarheidsvoorzieningen gebruikt zullen worden om de beoogde monsterlocaties te bereiken. Kosten voor bereikbaarheidsvoorzieningen kunnen verrekend worden met de stelpost;
- 3) Een V&G paragraaf te bevatten met RI&E waarin vastgelegd wordt hoe veiligheidsrisico's gedurende de werkzaamheden ter plaatse beheerst worden;
- 4) Ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

Het conserveringsonderzoek dient te voldoen aan de volgende eisen:

- 1) Onderzoek dient uitgevoerd te worden volgens de "Werkinstructie onderzoek chroom-6 en zware metalen in bestaande conserveringssystemen", zie bijlage A14. Met de volgende aanvullingen en voorwaarden:
 - o Bij het onderzoek moet er vanuit gegaan worden dat er in de toekomst aan de brug werkzaamheden gaan plaatsvinden waarbij chroom-6 kan vrijkomen (bv. schuren, slijpen, stralen, lassen);
 - o Afhankelijk van de grootte van de brugconstructie dient van ieder Hoofdonderdeel, voor zover redelijkerwijs bereikbaar met normale bereikbaarheidsvoorzieningen, 2 of meer monsters genomen te worden zoals beschreven in tabel 1 van "Werkinstructie onderzoek chroom-6 en zware metalen in bestaande conserveringssystemen". Zie bijlage A14;
 - o Bij het bepalen van de locaties van de monsternamen dient een redelijke mate van spreiding over de brug in lengte, breedte en hoogte in acht genomen te worden;
 - o Chemische analyse en monsternamen dient plaats te vinden door een van de volgende door RWS aangewezen laboratoria: Nebest, RPS of SGS

Search. Welk bureau wordt ingeschakeld is ter keuze van de Opdrachtnemer.

- 2) Monsterlocaties dienen na afloop voorzien te worden van een goede primer die corrosie aan de constructie in de periode tot renovatie voorkomt.

2.4.7 *Rapportage Conserveringsonderzoek*

De rapportage van het conserveringsonderzoek dient:

- 1) Een volledige omschrijving te bevatten van het uitgevoerde onderzoek en de behaalde resultaten;
- 2) Tekstueel en middels (schematische) tekeningen te beschrijven hoe en op welke locaties conserveringsmonsters zijn genomen;
- 3) De uitkomsten van de analyses per locatie en per monster weer te geven in mg/kg (in tabelvorm) waarbij duidelijk herleidbaar is welk monster op welke locatie is genomen;
- 4) De originele rapportage(s) van het laboratorium als bijlage te bevatten;
- 5) Ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

2.4.8 *Constructieve Risicoanalyse*

Toelichting: Opdrachtnemer dient een constructieve risicoanalyse uit te voeren, gebruik makend van een vereenvoudigd rekenmodel van de brug, 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 middels een vereenvoudigd rekenmodel en op basis van een beschouwing van de archiefinformatie;
- 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 aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

De constructieve risicoanalyse mag, indien gewenst, samengevoegd worden met het Plan van Aanpak voor de Constructieve Inspectie (zie paragraaf 2.4.9).

2.4.9 *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 V&G paragraaf te bevatten met RI&E waarin vastgelegd wordt hoe veiligheidsrisico's gedurende de werkzaamheden ter plaatse 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.

2.4.10

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 dwarsdragers, hangers, rijstroken, troggen, bulbs, segmenten, 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 huidig gebruik incl. rijstrook indeling en inmeting 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 dit 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 metingen. 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.

2.4.11

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 metingen. 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".

Het meetprogramma dient te voldoen aan de volgende eisen:

- 1) De aan de brug uit te voeren metingen betreffen primair rekmetingen. De keuze voor het type rekopnemer (optisch of traditionele rekstrookjes) dient gemaakt te worden op basis van de vereiste meetlengte. Voor metingen aan details in een stalen rijdek zijn over het algemeen traditionele rekstrookjes nodig omdat optische rekopnemers te lang zijn voor het meten van lokale spanningspieken. Voor het meten van lokale spanningspieken kan daarnaast gekozen worden om gebruik te maken van kettingrekstrookjes, omdat hiermee de spanningsgradiënt nauwkeuriger gereconstrueerd kan worden. De lengte van de rekstrookjes om lokale spanningspieken te bepalen (hot-spot spanningen), dient niet groter te zijn dan $0,2 \times$ plaatdikte van de plaat waarop deze wordt aangebracht. Bij het meten van lokale spanningen t.b.v. hot-spot extrapolatie dient voor de positionering van de rekstrookjes rekening gehouden te worden met de eisen in het IIW document 2365-435x.

Bijlage A12 bevat een concept specificatie van de benodigde meetlocaties. Dit dient als basis voor de prijsbepaling van het meetprogramma bij de aanbidding zodat hierin sprake is van een level playing field. Na inleving van Opdrachtnemer in de constructie van de brug dient Opdrachtnemer in overleg met Opdrachtgever en TNO 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. Verschillen tussen dit voorlopige meetplan en het definitieve meetplan worden verrekend naar ratio van het aantal meetlocaties. Overige aspecten komen niet voor verrekening in aanmerking;

- 2) Zo snel mogelijk nadat de meetopstelling gereed is dient een ballastproef uitgevoerd te worden. 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. Afhankelijk van de invloedslengte van de betreffende meetlocaties dient voor de vrachtwagen gekozen te worden voor een zwaar beladen maar relatief compacte wagen (bijv. zandkipper) voor lange invloedslengtes, en een oplegger met een enkele as op zo groot mogelijke afstand van de trekker voor korte invloedslengtes. Voorafgaand aan de ballastproef dienen de as-afstanden, wiellasten en wielprenten van de testvrachtwagens ingemeten te worden. Mobiele weegschalen hiervoor zullen door RWS 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) Zowel tijdens de uit te voeren ballastproef (zie kopje 2) als tijdens de continue metingen dienen translaties en rotaties van de hoofdliggers ter plaatse van de beide rolopleggingen op de zuidelijke pijler gemeten te worden, om vast te stellen in welke mate deze opleggingen rollen of op wrijving vast liggen bij passage van verkeer over de brug, en in welke mate de taats boven de rollen zich als scharnier of inklemming gedraagt en/of enige bewegingsvrijheid heeft. Aanvullend hierop dient de rotatie van de rollen zelf gemeten te worden om na te gaan of een translatie van het oplegpunt komt door rotatie of door verschuiving. De keuze voor het type meetinstrument of sensor waarmee deze bewegingen en rotaties worden gemeten is aan de Opdrachtnemer, zo lang de gekozen methode voldoende gevoelig en nauwkeurig is om bewegingen van de orde grootte welke bij passage van een enkele vrachtwagen (~45ton) optreden (rekenkundig te bepalen, OG verwacht een mogelijke translatie van orde grootte 2mm en rotatie op de y-as van 1mrad bij een vrachtwagen van 40-50 ton). Deze metingen kunnen belangrijke informatie zijn bij het verklaren van verschillen in resultaten tussen het rekenmodel en de meting tijdens de ballastproef;
- 4) TNO dient op basis van de meetdata het ULS belastingseffect door verkeer op een beperkt aantal nader te kiezen meetpunten te bepalen (10 locaties dienen inbegrepen in de aanbieding van opdrachtnemer, eventueel verdere 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 deel uit van de opdracht. Het uit de data filteren van zware transporten dient alleen gedaan te worden voor die meetpunten waarvoor Opdrachtgever besluit de ULS extrapolatie te laten uitvoeren. Wanneer dit gebeurt hoeven overigens niet alle transporten met een individuele ontheffing geïdentificeerd te worden omdat TNO op basis van de aangeleverde meetdata de 50 tijdstippen met de grootste rek (per rekstrook) zal bepalen. Alleen incidentele ontheffingen binnen deze (maximaal) 50 tijdstippen per rekstrook hoeven uitgefilterd worden. Opdrachtnemer dient hiervoor de camerabeelden van de betreffende tijdstippen (50 per rekstrook) te controleren en het verkeersbeeld voor ieder aangewezen tijdstip middels één of meerdere screenshot van de camerabeelden vast te leggen en te rapporteren. Vervolgens dient aan TNO aangegeven te worden welke passages een exceptioneel transport betreffen.

Dit betekent dat er voor de betreffende meetpunten twee keer data tussen TNO en de ON verstuurd wordt: De eerste keer stuurt ON de volledige 13 weken meetdata naar TNO en geeft TNO de 50 zwaarste passages per rekstrook in de meetdata aan. Daarna dient ON 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 ON uit de database voor de ULS belasting, niet die voor vermoeiing, verwijderd te worden;

- 5) Er dient minimaal 13 weken aan bruikbare data verzameld te worden. Deze metingen dienen plaats te vinden buiten de bouwvak en kerstvakantie. Voor de rekmetingen aan een stalen rijdek met asfaltoverlaging is het uitgangspunt deze uit te voeren in een periode waarin zowel lage als hoge temperaturen optreden (bijvoorbeeld Februari-April of September-November). Alleen in overleg met en na goedkeuring van OG mag hier vanaf geweken worden;
- 6) 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 en vorm 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 datafrequentie van minimaal 200 tot 500Hz voor benodigd (de meetfrequentie kan hoger liggen), 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;

- 7) 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;
- 8) 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);
- 9) Naast de rekmetingen dient de temperatuur van de het staal op de meetlocatie minimaal eens per 5 minuten gemeten en vastgelegd te worden. De maximale fout in deze meting mag niet meer dan 1°C bedragen;
- 10) Bij stoomuitval 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;
- 11) Uitval van 1 of meer opnemers is niet toelaatbaar gedurende de ballastproef. 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. Eventuele kosten voor een verlenging door storingen aan de meetapparatuur zijn voor de opdrachtnemer en gelden niet als meerwerk;
- 12) De meetdata moet aangeleverd worden in een format conform Bijlage A11. 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;
- 13) 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;
- 14) Ten behoeve van het aanbrengen van de meetapparatuur mag in de constructie niet worden gelast (ook geen 'spot welds') en niet worden geboord. Na verwijderen van de meetapparatuur dient conservering hersteld te worden op locaties waar deze van de brug is verwijderd;
- 15) Bij het opstellen van apparatuur dient rekening gehouden te worden met weersinvloeden en mogelijk vandalisme of diefstal;
- 16) Bij het ontwerpen van de meetopstelling dient rekening gehouden te worden met mogelijke beperkingen van de bereikbaarheidsvoorzieningen van de brug;
- 17) 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;

- 18) 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:

1. 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;
2. 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;
3. 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. 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 inbegrepen 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. De kosten voor de door TNO te verrichten analyses dienen verrekend te worden met de stelpost. 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).

Het plan van aanpak voor het rekmeetprogramma dient minimaal te bevatten:

- 1) Een omschrijving van de exacte locaties waar en richtingen waarin metingen zullen plaatsvinden en met welk doel. Hierbij dient onderscheid gemaakt te worden in metingen t.b.v. de globale krachtswerking en lokale rekmetingen nabij details in bijvoorbeeld het rijdek en/of bij aansluitingen van dwarsdragers;
- 2) Een technische specificatie van de te gebruiken sensoren en apparatuur voor data acquisitie;
- 3) Een met invloedslijnen en rijnsnelheid onderbouwde selectie van de meetfrequenties, waarbij wordt aangetoond dat de maximale fout doordat rekpieken afgeknapt 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 om een puntlast zo veel mogelijk te benaderen. Voor korte invloeds lengtes heeft een trekker met zo lang mogelijke oplegger met enkele as de voorkeur omdat hiermee de invloedslijn voor een enkele as terug te leiden is;
- 8) Voorbeeldbestand(en) van het data format dat geleverd zal gaan worden;
 - 9) Een V&G paragraaf met RI&E waarin vastgelegd wordt hoe veiligheidsrisico's gedurende de werkzaamheden ter plaatse beheerst worden;
 - 10) Het PvA dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

2.4.12 *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.

2.4.13 *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.

2.4.14 *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.

2.4.15

Plan van Aanpak Hangerkrachtmetingen

Toelichting: Opdrachtnemer moet door TNO en in overleg met de opdrachtgever en de beheerder (i.v.m. WBU's, kosten stremming/hinder verkeer, kosten RWS / onderhoudsaannemer) de hangerkrachten bepalen middels het uitvoeren van trillingsmetingen van alle hangers in een situatie zonder verkeer. Hierbij moet Opdrachtnemer ervan uitgaan dat TNO de meting zelf verricht (en de resultaten, frequenties en doorvertaling naar krachten, in een rapportage vastlegt) en opdrachtnemer de volledige organisatie van de meting incl. eventuele verkeersmaatregelen, begeleiding door beheerder en haar onderhoudsaannemer e.d. organiseert en faciliteert (en TNO, indien nodig, ondersteund met informatie vanuit de rekenmodellen) .

De kosten van TNO voor de hangerkrachtmetingen dienen te worden verrekend met de stelpost. De contactpersoon van TNO voor de hangerkrachtmetingen is Linda Abspoel-Bukman (linda.abspoel@tno.nl).

Voorafgaand aan de metingen dient opdrachtnemer samen met TNO een plan van aanpak op te stellen. Dit plan van aanpak dient minimaal het volgende te bevatten:

- 1) Een stapsgewijze omschrijving van de uit te voeren werkzaamheden, inclusief benodigd materieel;
- 2) Een beschrijving van de meetopstelling, onderbouwde selectie van meetlocaties en wijze van aanbrengen van de versnellingsmeters;
- 3) De wijze waarop de gemeten trillingen worden omgerekend naar krachten in de kabels;
- 4) Concept planning die de benodigde wegafsluiting inzichtelijk maakt;
- 5) Een overzicht van de kabelkrachten onder eigen gewicht en permanente belasting conform het ontwerp van de brug;
- 6) Een V&G paragraaf met RI&E waarin vastgelegd wordt hoe veiligheidsrisico's gedurende de werkzaamheden ter plaatse beheerst worden;
- 7) De rapportage dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

2.4.16

Rapportage resultaten hangerkrachtmetingen

De rapportage van de hangerkrachtmetingen dient minimaal het volgende te bevatten:

- 1) Een verslag van de uitgevoerde metingen en observaties per gemeten kabel;
- 2) Een grafische weergave van de gemeten trillingen;
- 3) Een oordeel over de correctheid van de uitgevoerde meting;
- 4) Berekeningen van de kabelkrachten o.b.v. de gemeten trillingen;
- 5) De rapportage dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden.

2.4.17

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.

De UPN dient minimaal te bestaan uit:

- 1) Een uitgebreide beschrijving van de gehele brugconstructie (geometrie, profielen en verbindingen, inclusief 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. Naast een omschrijving van de hoofddraagconstructie en dekconstructie dient aandacht besteed te worden aan opleggingen, voegen, het Profiel van Vrije Ruimte, 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 bouwfaserings 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 en vergelijking met gegevens uit het archief en/of oude berekeningen;
- 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 belastingeffecten daarin de maatgevende situaties te berekenen. Voor de situatie V2 dient de middelste voertuigkering op de brug als niet permanent te worden beschouwd. Uitgangspunten voor o.a. het bepalen en toepassen van wind en temperatuurbelastingen dienen inzichtelijk gepresenteerd te worden;

- 7) 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 buitenproportioneel zijn. In ieder geval dienen beschouwd te worden:
 - a. Een aanvaring tegen de bovenbouw;
 - b. Een aanrijding van boven het rijdek gelegen delen van de hoofd draagconstructie (boogoorsprong);
 - c. Uitval van een hanger;
 - d. Aanrijding tegen de op de brug aanwezige voertuigkeringen.
- 8) 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;
- 9) 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;
- 10) 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;
- 11) Een beschrijving van de toe te passen (fysische en/of geometrische) niet-lineaire berekeningsmethoden en modellen om het niet-lineaire gedrag van de diagonale hangerkabels correct mee te nemen;
- 12) Een validatie van de toe te passen rekenmodellen middels eenvoudige maar representatieve belastingsgevallen;
- 13) Een definitieve versie van de rekensheet voor plaatplooï van klasse 4 doorsneden middels de doorsnedereductiemethode, incl. proefberekeningen van 1 of meer voor de brug relevante doorsneden. Alle (tussen)resultaten van de rekensheet dienen inzichtelijk en herleidbaar gepresenteerd te worden (bijvoorbeeld in Mathcad), zodat Opdrachtgever deze kan controleren en valideren;
- 14) Een beschrijving van de methode en aanpak van de vermoeiingsberekeningen, onderverdeeld naar onderdelen van het hoofd draagsysteem en onderdelen van de orthotrope rijvloer, 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. De spreiding van het vrachtverkeer in dwarsrichting per rijstrook;
 - d. Inhalende vrachtwagens en konvoien;
 - e. De gelijktijdigheid van verkeer op verschillende rijbanen;
 - f. De invloed van temperatuurafhankelijke stijfheid van asfalt;
 - g. De passages van de vrachtwagens over de invloedslijnen/vlakken;
 - h. Vertaling van passages naar een spanningspectrum middels de rainflow methode en een beschrijving van de wijze waarop het effect van opeenvolgende vrachtwagens wordt gemodelleerd;
 - i. Vertaling van de spanningspectra 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.

- 15) 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.
 - c. T.b.v. de dekplaat analyse; afhankelijk van de dwarspositie van de vrachtwagen hebben de invloedslijnen een positieve of negatieve spanning:
 - i. Schadeberekening op basis van spanningswisselingen t.g.v. individuele passage van vrachtwagens.
 - ii. Schadeberekening op basis van spanningswisselingen t.g.v. de passage van groepen vrachtwagens, rekening houdend met een willekeurig volgorde per type en per dwarspositie.
- 16) De UPN dient ter acceptatie aan Opdrachtgever aangeboden te worden. De UPN dient voor aanvang van de daadwerkelijke verificatieberekeningen door opdrachtgever te zijn geaccepteerd.
- 17) 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.

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 13);
- b. Beschrijving van de toe te passen rekenmodellen, incl. validatie (bovenstaand onderdeel 9);
- c. Inventarisatie van vermoeiingsdetails (bovenstaand onderdeel 8);
- d. Fictieve schadeberekeningen met de rekenroutine voor vermoeiingsberekeningen (bovenstaand onderdeel 15);
- e. Een beschrijving van de methode waarmee het niet-lineaire gedrag van de diagonalen correct wordt meegenomen in de analyse (bovenstaand onderdeel 11).

2.5

Proceseisen Fase 1

De volgende proceseisen worden gesteld in projectfase 1:

- 1) Bij de producteisen per fase 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 en 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 twee wekelijkse overleggen georganiseerd te worden. Afhankelijk van de voortgang van het project kan in overleg met Opdrachtgever wordt besloten of deze overleggen digitaal (Microsoft Teams) of op het kantoor bij Rijkswaterstaat GPO in Utrecht plaatsvinden;
- 3) Technische overleggen dienen georganiseerd te worden op kantoor bij Rijkswaterstaat GPO in Utrecht of (in overleg) op kantoor bij Opdrachtnemer. Indien gewenst door de Opdrachtgever vindt het overleg digitaal plaats via Microsoft Teams. De frequentie van het technisch overleg is in principe iedere 2 weken, maar dit kan in overleg met Opdrachtgever variëren, afhankelijk van de voortgang en de hoeveelheid bespreekpunten;
- 4) Minstens 3 werkdagen voorafgaand aan een technisch overleg dient Opdrachtnemer de genodigden een concept agenda voor het overleg met alle agenda-leden te delen;
- 5) Indien Opdrachtnemer een document anders dan de in deze vraagspecificatie vastgestelde producten in het technisch overleg wenst te bespreken met Opdrachtgever, dient dit document minimaal 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);
- 6) Uiterlijk 3 werkdagen na afloop van een technisch overleg dient de Opdrachtnemer notulen, inclusief bijgewerkte actie- en besluitenlijst, van het overleg aan de genodigden te zenden. Afhankelijk van de inhoud van het overleg, en nut en noodzaak van verslaglegging, kan na toestemming van Opdrachtgever afgezien worden van het opstellen van notulen;
- 7) Opdrachtnemer dient er rekening mee te houden dat Opdrachtgever zich bij de toetsing en acceptatie van producten laat ondersteunen door specialistische derden, zoals TNO. Commentaar van door Opdrachtgever aangestelde derden dient behandeld te worden als commentaar van Opdrachtgever zelf;
- 8) Opdrachtnemer dient in het technisch overleg de door hem ingediende / in te dienen producten te presenteren en mondeling toe te lichten;
- 9) 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 (o.a. inspectiewagens en hoog-/laagwerkers) en voor het organiseren van verkeersmaatregelen. De kosten voor bereikbaarheidsvoorzieningen, scheepvaartbegeleiding en verkeersmaatregelen worden betaald van de stelpost;

- 10) 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 brug en 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);
- 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:

- 1) Rapportage verificatieberekening bestaande situatie
- 2) Rapportage(s) verdiepende berekeningen (vervolgens te verwerken in (1))
- 3) Tussentijdse adviesmemo renoveren of vervangen

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) Voor de statische berekening van de brug dient conform situatie AII in de RBK de huidige rijstrookindeling aangehouden te worden waarbij elke bestaande rijstrook de rijstrook 1 voor langzaam/zwaar verkeer kan zijn. Daarnaast dient conform de RBK een noodgeval (V2) meegenomen te worden;
- 5) Bij de statische berekeningen van de dekplaat en langsverstijvers dient het effect van spreiding door de asfaltverharding meegenomen te worden. Voor de statische berekeningen is derhalve alleen de dikte van het huidige asfaltpakket op de brug relevant. Voor de vermoeiingsberekeningen dient aangenomen te worden dat er 2 tijdsvakken zijn te definiëren, zie de onderstaande tabel:

Periode	Type	Totale Dikte	Opbouw	Laagdiktes
Bouw t/m 2000	Gietasfalt	51mm of 59mm	Laklaag + kleeflaag Mastiek Gietasfalt onderlaag Gietasfalt bovenlaag	1mm 8mm 20mm 22/30mm ¹
2001 t/m einde levensduur	Gietasfalt	65mm of 73mm	Laklaag + kleeflaag Membraam Gietasfalt onderlaag Gietasfalt bovenlaag	1mm 4mm 30mm 30/38mm

Bovenstaande waardes zijn gemiddelde ontwerpwaardes. Voor het eigen gewicht dient waar dit een ongunstig effect heeft voor alle asfaltlagen rekening gehouden te worden met een uitvullag conform de ROK. Daar waar eigen gewicht van het asfalt een positief effect heeft (bijvoorbeeld voor minimum hangerkrachten) dient uitgegaan te worden van nominale diktes. De bovenstaande dikte van het huidige asfaltpakket op de brug dient bij de Constructieve Inspectie gecontroleerd te worden;

- 6) Voor de vermoeiingsberekeningen 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 A van NEN 8701 voor de situatie "lange afstand"/"middellange afstand" en de huidige, toekomstige en historische rijstrookindeling. 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;
- 7) Voor vermoeiingsberekeningen aan bruggen langer dan 60m dienen konvoien met 50m tussenafstand meegenomen te worden. Per vermoeiingsdetail dient gecontroleerd te worden of de situatie met of zonder konvoien maatgevend is. Met name voor details met tekenwisselingen in de invloedslijn is niet altijd de situatie met konvoien maatgevend. Van de 10% inhalende vrachtwagens dient de helft gecombineerd te worden met een enkele vrachtwagen op de rijstrook voor

¹ Bovenlaag van gietasfalt, voor de rijweg 22mm dik, voor het rijweggedeelte aan de beide uiteinden van de brug (1^{ste} rijdek segment) 30mm dik, i.v.m. verschil in dekplaat dikte.

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
- 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).

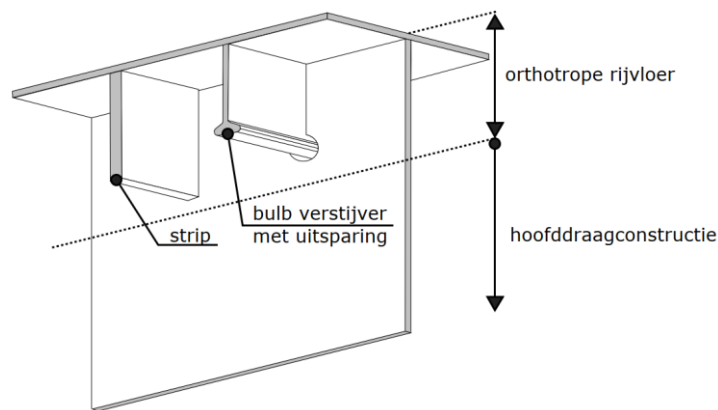
Dit geeft 100% van de Nobs op de rechter rijstrook ($75 + 5 + 5*2 + 5*2 = 100\%$) en 10% van de Nobs op de rijstrook ernaast ($5+5 = 10\%$);

- 8) Voor lokale vermoeiingsberekeningen aan het orthotrope stalen rijdek wordt verwezen naar ROK 2.0 eis SYS-00906 en haar onderliggende eisen. Met de volgende aanvullingen:

SYS-00906: geen aanvullingen

SYS-00907:

- Bij dekken met open verstijvers wordt tot het orthotrope rijvloer gerekend; de dekplaat, de langsverstijvers onder de dekplaat, de aansluiting van de langsverstijvers op de dekplaat en de aansluiting van de langsverstijvers op de dwarsdrager inclusief de daarbij behorende uitsparingen zoals weergegeven in Figuur 10.

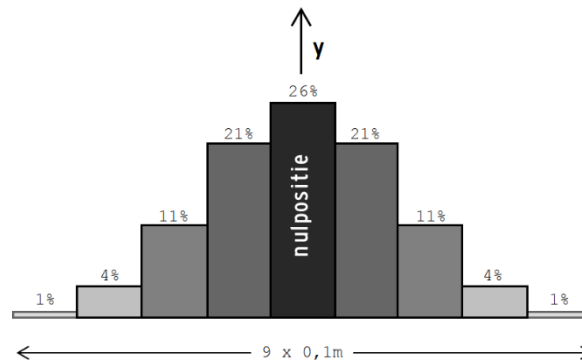


Figuur 10: definitie orthotrope rijvloer bij open verstijvers

SYS-00908: zie punt 12)

SYS-00909:

- Belastingmodel en aantallen volgens punt 6);
- Dwarsspreiding met minimaal 9 dwarsposities (h.o.h. 100mm) op basis van een normale verdeling met een standaardafwijking van 150mm. Zie Figuur ; op de horizontale as staat hier de dwarspositie, op de verticale as het percentage vrachtwagens op de betreffende dwarspositie;



Figuur 11: Dwarsspreiding wielsporen voor lokale vermoeiingsberekeningen

- De nulpositie van de bovenstaande dwarsspreiding dient, rekening houdend met fysieke en reële grenzen, voor ieder onderdeel van het rijdek zo ongunstig mogelijk gekozen te worden. Dit betekent in het algemeen dat een aantal nulposities ten opzichte van de onder het dek aanwezige langsverstijvers gecontroleerd moet worden (midden boven een verstijver en tussen twee verstijvers), en daarvan de maatgevende als uitgangspunt voor de toetsing gekozen moet worden.

SYS-00910: geen aanvullingen

SYS-00911:

- Afwijkend van de eistekst dient de membraan tussen de stalen dekplaat en het gietasfalt wel meegenomen te worden in het rekenmodel. De membraan dient een stijfheid (E-modulus) te krijgen van 25 MPa een dwarscontractiecoëfficiënt van 0,3.

SYS-00912:

- Bij gebruik van schaalementen dient de beschreven modellering met verdikte elementen, ter plaatse van de aansluiting van schalen, aangehouden te worden.

SYS-00913: n.v.t. voor bestaande bruggen

SYS-00914 t/m SYS-00935:

- De in deze eisen genoemde detailcategorieën voor gesloten verstijvers moeten worden toegepast indien wordt voldaan aan de genoemde uitvoeringseisen. Anders moet worden teruggevallen op NEN-EN 1993-1-9, de NEN-EN 1993-2 en waar nodig aangevuld met IIW documentatie.

SYS-00936 t/m SYS-00939:

- De in deze eisen genoemde detailcategorieën voor open verstijvers moeten worden toegepast indien wordt voldaan aan de genoemde uitvoeringseisen. Anders moet worden teruggevallen op NEN-EN 1993-1-9, de NEN-EN 1993-2, het TNO rapport in Bijlage A2 en waar nodig aangevuld met IIW documentatie.

SYS-00940: geen aanvullingen

- 9) Voor de detailcategorie van vermoeiingsdetails in de hoofddraagconstructie of niet de ROK gecategoriseerde details dient gebruik gemaakt te worden van de 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 to 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";
- 10) 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);

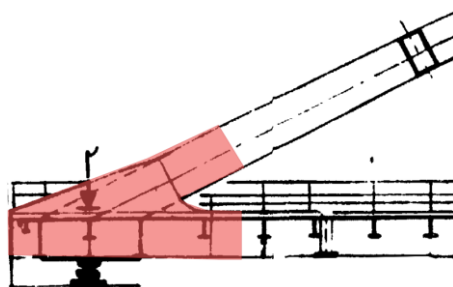
- 11) De beoordeling van de hoofddraagconstructie op vermoeiing dient plaats te vinden met $\gamma_{Mf}=1,40$ (niet inspecteerbaar) en $\gamma_{Mf}=1,30$ (inspecteerbaar). Voor onderdelen van het orthotrope stalen rijdek geldt $\gamma_{Mf}=1,05$. Het voorgaande betreft het uitgangspunt voor de toetsing. 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
- 12) Het schadegetal dient voor alle vermoeiingsdetails bepaald te worden op 01-01-2022, 01-01-2030 en 01-01-2060;
- 13) 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;
- 14) Voor onderdelen van de constructie waar zowel globale als lokale effecten een rol spelen (bijvoorbeeld voor berekeningen aan het rijdek en langsliggers) dient in 1 integraal model de maatgevende combinatie van beide effecten bepaald te worden. Het is niet toegestaan om conservatief beide maxima bij elkaar op te tellen, tenzij aangetoond wordt dat deze gelijktijdig optreden;
- 15) 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 is. Deze diepgaandere berekeningen worden betaald op basis van nacalculatie;
- 16) Naast de ULS dient inzichtelijk gemaakt te worden wat de minimale hangerkrachten zijn in de SLS en onder de frequente waarde van de verkeersbelastingen in de SLS. Verder dient het effect van de gemeten hangerkrachten versus de theoretische hangerkrachten, onder eigen gewicht en permanente belasting, op minimum hangerkrachten inzichtelijk gemaakt te worden en meegenomen te worden in de beoordeling;
- 17) Aan de rekenmodellen voor toetsing van de hoofddraagconstructie worden de volgende eisen gesteld:

- a. Voor de statische en vermoeiingsberekening van de hoofddraagconstructie van de brug dient een 3D-rekenmodel te worden gebruikt van de hele brug van type C (model met een combinatie van schaal- en balkelementen) zoals beschreven in bijlage S4 van Bijlage A1. De basis is dat de dekplaat uitgevoerd wordt met schaalelementen om de meewerkende breedte automatisch in het rekenmodel te verwerken;
- b. Het rekenmodel genoemd onder a. dient gebruikt te worden voor de beschrijving (model invoer, zowel geometrie als belastingen en combinaties) en analyse van het algemene gedrag van de constructie, inclusief uitvoer van krachtswerking (spanningen en krachten/momenten in staven en dekplaat, oplegreacties en vervormingen);
- c. Door de beperkingen van staafelementen dient in ieder geval de eerste en laatste circa 8m van de brug gemodelleerd te worden in schaalelementen. Dit in verband met een correcte gedrag van de booggeboorte en de einddwarsdrager (koker);



Figuur 12: gebied te modelleren met schaalelementen (gehele breedte van de brug)

- d. Zowel bij de sterkte als de vermoeiingsberekening dienen, voor enkele maatgevende locaties per type verbinding, in het hoofdmodel gedetailleerde schaalmodellen van verbindingen te worden opgenomen inclusief een afdoende deel van de aansluitende constructie. Het gaat om de volgende verbindingen:

1. Hoofdligger – tussendwarsdrager	(uitgaan van 2 locaties)
2. Hoofdligger – hoofddwarsdrager	(uitgaan van 2 locaties)
3. Hoofdligger – twee hangers	(uitgaan van 1 locatie)
4. Boog – portaalbalk	(uitgaan van 1 locatie)
5. Boog – windverband	(uitgaan van 1 locatie)
6. Boog – koppelligger	(uitgaan van 1 locatie)
7. Boog – twee hangers	(uitgaan van 1 locatie)
- e. Op locaties waar de bovengenoemde details niet in schaalelementen worden geïntegreerd in het hoofdmodel moet, indien noodzakelijk voor een correct globaal gedrag, de verbindingstijfheden aangepast worden op basis van de bovengenoemde detailmodellen;
- f. Voor vermoeiingsberekeningen van de hoofddraagconstructie dient rekening gehouden te worden met mogelijke dwarsbuigingseffecten in o.a. de onderflens van de hoofdliggers, de middenligger en de hoofddwarsdrager. 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 schaalelementen is opgebouwd;

- g. De krachtsinleiding van de hangerkrachten op de hoofdligger en boog kan getoetst worden met een separaat rekenmodel, inclusief analytische verificatie. Voor de toetsing van het stoelen van de hangerkabels is, vanwege de gedrongen geometrie, een model met volume-elementen (solids) noodzakelijk voor een nauwkeurige bepaling van de capaciteit;
- h. Voor eventuele optimalisaties/reducties in de omvang van het rekenmodel geldt dat opdrachtnemer aan dient te tonen dat het gereduceerde model voldoende nauwkeurig is en alle optredende effecten afdoende worden meegenomen;
- i. Voor de analyse van minimale hangerkrachten² en de consequenties van het ontlasten van 1 of meerdere hangers of de rest van de constructie dient een fysisch en/of geometrisch niet-lineair rekenmodel gemaakt te worden waarin de stijfheid van de hangerkabels afhankelijk is gemaakt van het spanningsniveau.

Aan de rekenmodellen voor toetsing van het lokale draagsysteem van het rijdek, dwarsdragers en hangeraansluitingen worden de volgende eisen gesteld:

- a. Voor de statische en vermoeiingsberekening van het lokale draagsysteem van de dekconstructie, dwarsdragers en hangeraansluitingen (primair de dekplaat met langsverstijvers, verbindingen in de dekconstructie en de doorvoer door de dwarsdragers, de dwarsdragers en de hangeraansluitingen) dient een 3D-model te worden toegepast dat is opgebouwd uit schaalementen (type B, bijlage S4 van Bijlage A1) dat t.b.v. lokale vermoeiingsberekeningen van de dekplaat en langsverstijvers is voorzien van volume elementen ten behoeve van de bijdrage van de asfaltverlaging. Bij de statische berekeningen van de dekplaat en langsverstijvers hoeft alleen het effect van de asfaltverharding door middel van spreiding meegenomen te worden. Het gedetailleerde (sub)model voor de dekconstructie mag maar hoeft niet geïntegreerd te zijn in het globale rekenmodel dat onder (a) is gespecificeerd, waarbij aandacht wordt besteed aan een geleidelijke overgang tussen de verschillende delen van het model. Het (sub)model dient minimaal de gehele breedte van de brug te omvatten en voldoende lengte te hebben om invloedseffecten in lengterichting van de brug afdoende mee te nemen. Opdrachtnemer dient aan te tonen dat het gedetailleerde (sub)model voldoende lengte heeft. Binnen het model dient met mesh-verfijningen te worden gewerkt op de locaties waar vermoeiing wordt beschouwd.
- b. De toetsing van het lokale draagsysteem van de dekconstructie dient, door de afwijkende detaillering en belastingen voor twee posities uitgevoerd te worden:
 - a. Nabij de booggeboorte
(dekplaat=10mm, overspanning=1800mm)
 - b. Een door Opdrachtnemer nader te bepalen locatie die representatief is voor de rest van de dekconstructie
(dekplaat=18mm, overspanning=2000mm)

² Op basis van eenvoudige lineaire rekenmodellen blijkt dat meerdere diagonalen (hangers) volledig kunnen worden ontlast t.g.v. verkeer en de relatief beperkte trekkracht door permanente belasting. In de lineaire modellen ontstaan hierbij drukkrachten in de diagonalen. Dit is door RWS gecontroleerd voor de SLS. Voor de ULS zal het effect nog groter zijn.

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 de maatgevende belastingcombinaties dienen 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 details in de hoofddraagconstructie met een vermoeiingsschade $>0,5$ per 01-01-2060 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.
- 4) Voor details in de orthotrope rijvloer met een vermoeiingsschade $>1,0$ per 01-01-2060 dient de volgende extra uitvoer meegeleverd te worden in één Excel bestand per detail:
 - Invloedslijnen voor iedere dwarsverschuiving behorende bij de maatgevende middenpositie, bij een temperatuur van $27,5^\circ$ en $7,5^\circ$, voor de huidige asfaltopbouw, voor een enkele as van 100kN (type A, B en C) en voor wagentype T1103 van tabel A.3. Totaal $9 \times 2 \times 1 \times (1+3) = 72$ invloedslijnen per detail.
- 5) De toetsingsresultaten van maatgevende belastingcombinaties dienen met een inzichtelijk gerapporteerde handberekening te worden geverifieerd;
- 6) 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;
- 7) 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;
- 8) 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;
- 9) 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. 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 mag 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/zinvol 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 OG.

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);
- 2) Indien normen en richtlijnen onvoldoende uitsluitsel 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.

In deze fase dient tevens een oplossing voor de door corrosie aangetaste bouten en moeren van de hangerstoelen uitgewerkt te worden op VO-niveau (voor achtergronden hiervan zie de als bijlage bijgevoegde inspectierapportage).

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 contractraming 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.
- 6) Het op VO-niveau uitwerken en rapporteren van een oplossing voor de door corrosie aangetaste bouten en moeren van de hangerstoelen.

4.3 Producten Fase 3

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

- 1) Rapportage variantenstudie versterkingsontwerp
- 2) VO Ontwerpnota versterkingsontwerp (incl. tekeningen)
- 3) SSK raming VO versterkingsontwerp
- 4) Concept uitvoeringsmethode en planning
- 5) Concept V&G plan ontwerpfase

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 aanbevelingen 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).
- 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) Een op VO-niveau uitgewerkte oplossing voor de door corrosie aangetaste bouten en moeren van de hangerstoelen. Indien dit constructief haalbaar is dienen alle door corrosie aangetaste bouten en moeren vervangen te worden. Indien dit niet kan dient een alternatieve oplossing ontworpen te worden waarmee minimaal 30 jaar restlevensduur van de verbindingen behaald wordt;
- 6) 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 uitvoeringsplanning

Toelichting: Voor het VO versterkingsontwerp dient een concept uitvoeringsmethode en uitvoeringsplanning bepaald te zijn, 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 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) 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 dat moment en vooruitblik op/voorstel voor het vervolgtraject aan een brede vertegenwoordiging van Opdrachtgever (o.a. de beheerder van de brug en vertegenwoordiging vanuit het VenR programma).

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, 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- anker- en boutverbindingen 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 (kabels, 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.

In deze fase dient tevens een oplossing voor de door corrosie aangetaste bouten en moeren van de hangerstoelen uitgewerkt te worden op DO-niveau.

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) Het op DO-niveau uitwerken en rapporteren van een oplossing voor de door corrosie aangetaste bouten en moeren van de hangerstoelen.

5.3 Producten Fase 4

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

- 1) DO Ontwerpnota versterkingsontwerp (incl. tekeningen)
- 2) SSK raming DO versterkingsontwerp
- 3) Uitvoeringsmethode en planning
- 4) V&G plan ontwerpfase

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, dwarsdoorsneden 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 doorsneden. 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) Een op DO-niveau uitgewerkte oplossing voor de door corrosie aangetaste bouten en moeren van de hangerstoelen. Indien dit constructief haalbaar is dienen alle door corrosie aangetaste bouten en moeren vervangen te worden. Indien dit niet kan dient een alternatieve oplossing ontworpen te worden waarmee minimaal 30 jaar restlevensduur van de verbindingen behaald wordt;
- 7) 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 uitvoeringsplanning*

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;
- 2) De werkzaamheden voor het realiseren van het versterkingsontwerp dienen in de tijd en de ruimte uitgezet te zijn, inclusief benodigde verkeersmaatregelen;
- 3) De uitvoeringsplanning dient in de tijd te lopen van het moment van gunning van het realisatiecontract tot het moment van oplevering van de gerenoveerde brug;
- 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 rapportage dient 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/voorstel voor het vervolgtraject aan een bredere vertegenwoordiging van Opdrachtgever (o.a. de beheerder van de brug en vertegenwoordiging vanuit het VenR programma).

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:

- 1) Technische specificatie(s) DO versterkingsontwerp

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 temperatuurbepijking 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;
- 7) Eisen die gesteld worden aan het vervangen/aanpassen van de door corrosie aangetaste bouten en moeten van de hangerstoelen.

6.5

Procesen Fase 5

Voor Projectfase 5 gelden dezelfde procesen 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 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 integraal projectmanagement

De onderstaande eisen aan het integraal projectmanagement 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
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	Tekeningenlijst
Bijlage A8	Archiefberekeningen
Bijlage A9	Fotoarchief
Bijlage A10	Werkinstructie behandelen kleine oppervlakken met chroom-VI houdende conservering
Bijlage A11	Vereist data-format rekmeetprogramma
Bijlage A12	Concept specificatie rekmeetprogramma
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