



Betrouwbaarheid beweegbare bruggen Haarlem

Eindrapportage

projectnummer 0413188.143
definitief
16 maart 2020

Betrouwbaarheid beweegbare bruggen Haarlem

Eindrapportage

projectnummer 0413188.143

definitief revisie 3.0
16 maart 2020

Auteurs

ir. D. de Jong
ing. T. Schippers

Opdrachtgever

Gemeente Haarlem - Ingenieursbureau
Postbus 511
2003 PB Haarlem

datum vrijgave	beschrijving revisie 3.0	goedkeuring	vrijgave
	Definitief	E.P.M. Waltje	S. Riesen

Managementsamenvatting

Naar aanleiding van de vele storingen in de beweegbare bruggen van Gemeente Haarlem in de periode 2015 - 2016, heeft Antea Group tussen 2017 en 2019 acht beweegbare bruggen onderzocht. Voor deze bruggen is een analyse uitgevoerd om de belangrijkste storingsoorzaken te bepalen en zijn maatregelen voorgesteld om de betrouwbaarheid, beschikbaarheid, onderhoudbaarheid en/of veiligheid te verbeteren.

Ofschoon diverse fysieke bronnen kunnen worden aangewezen als oorzaak van de storingen (zoals positieschakelaars), is de daadwerkelijke oorzaak van de vele storingen gelegen in het feit dat over de afgelopen 10 - 15 jaar overwegend correctief onderhoud is uitgevoerd, waarbij enkel optredende storingen worden hersteld. Gevolg hiervan is dat veel van de bruginstallaties sterk verouderd zijn en daardoor vaker storingen geven.

Alhoewel uitvoering van diverse verbetermaatregelen in 2018-2019 de betrouwbaarheid van de bruggen ondertussen op het gewenste niveau heeft gebracht, is vervanging van de (sterk verouderde) elektrotechnische installaties en groot onderhoud van de (staal)constructie van diverse bruggen op korte termijn noodzakelijk, teneinde de betrouwbaarheid en veiligheid van de bruggen te kunnen garanderen. De hiertoe benodigde investering zal moeten worden gemaakt in de komende 3 jaren en bedraagt circa **€ 1.100.000,-**.

Ook zal het onderhoud op een structureel andere wijze moeten worden ingericht, om te voorkomen dat in de toekomst opnieuw deze problemen ontstaan. Hierin zijn de volgende varianten mogelijk, waarin een keuze moet worden gemaakt:

- **Optie 1 - Correctief onderhoud**
Dit betreft de nulvariant, waarbij het onderhoud conform de huidige wijze wordt uitgevoerd. Onderhoudskosten zijn relatief laag, maar eens in de 5 tot 10 jaar zal een aanzienlijke investering gemaakt moeten worden om de bruggen weer op niveau te brengen.
- **Optie 2 - Asset Management**
Er wordt een MeerJarenOnderhoudsPlanning opgesteld, waarin alle onderhoudstaken en vervangingen voor de komende jaren in beeld worden gebracht en onderhoud kan preventief worden uitgevoerd. Aan de hand van reguliere inspecties kan de planning conform het Plan-Do-Check-Act principe worden bijgesteld. Onderhoudskosten zijn wel hoger, maar beter gespreid over de jaren. De betrouwbaarheid van de bruggen kan beter worden gegarandeerd.
- **Optie 3 - Beweegbare bruggen op orde**
Deze optie is een aanvulling op optie 2 en betreft het volledig renoveren en/of verbeteren van alle beweegbare bruggen, zodanig dat deze allen voldoen aan de huidige wet- en regelgeving (waaronder de Machinerichtlijn) en zijn voorzien van een CE markering, als ook vereist vanuit de RI&E. Door de bediening en besturing te homogeniseren/standaardiseren, kan onderhoud en herstel effectiever worden uitgevoerd en wordt direct een basis gecreëerd voor eventuele centrale bediening van de bruggen.

Voor zowel optie 2 als 3 kan worden geopteerd om bruggen met een verouderde aandrijving, waarvoor vervanging op korte termijn nog niet noodzakelijk is, te voorzien van sensing om de conditie van de brugaandrijving te bewaken. Hiermee kunnen relatief oude installaties op verantwoorde wijze langer in stand worden gehouden en kan vroegtijdige vervanging worden voorkomen.

Samenvatting

Aanleiding

Per 1 januari 2015 is het dagelijks beheer en onderhoud van de beweegbare bruggen van de Gemeente Haarlem middels een prestatiecontract aan Strukton Worksphere aanbesteed. In de periode januari 2015 - december 2016 is gebleken dat het aantal storingen dat zich in de bruggen voordoet aanzienlijk hoger was dan het aantal storingen dat als uitgangspunt was gesteld in het prestatiecontract. Gevolg hiervan was dat niet aan de in het contract gestelde KPI's kon worden voldaan.

Naar aanleiding hiervan hebben Gemeente Haarlem en Strukton Worksphere gezamenlijk aan Antea Group (AG) gevraagd om als onafhankelijke partij onderzoek te doen naar de oorzaken van de storingen.

Uitgevoerde werkzaamheden

Over de periode 2017 - 2019 zijn 8 beweegbare bruggen¹ onderzocht en is aan de hand van storingsdata, inspectie en interviews een analyse uitgevoerd naar de belangrijkste oorzaken voor de vele storingen. Op basis van de uitgevoerde analyse zijn voor elk van de bruggen diverse maatregelen voorgesteld, teneinde de betrouwbaarheid, beschikbaarheid, onderhoudbaarheid en/of veiligheid van de bruggen te verbeteren.

Dominante storingsoorzaken

Eén van de belangrijkste storingsoorzaken die bij meerdere bruggen voorkomt, is het niet goed functioneren van de schakelaars waarmee de (eind)posities van de brug en afsluitbomen worden bepaald. Het niet functioneren van de schakelaars van de brug (met name voor de gesloten positie) resulteert erin dat de besturing niet weet dat de brug daadwerkelijk is gesloten, met als gevolg dat het openen van de afsluitbomen niet wordt vrijgegeven. Voor de schakelaars in de afsluitbomen geldt op vergelijkbare wijze dat het brugdek niet mag worden geopend, als niet bekend is dat alle afsluitbomen zijn gesloten. Reden dat deze schakelaars vaak storingen vertonen is dat deze vaak in de buitenlucht zijn gepositioneerd en daarbij zijn blootgesteld aan weersomstandigheden en verontreiniging.

Een ander veel voorkomend probleem is dat de besturing van de brug wordt geblokkeerd, omdat communicatie met de verkeersregelininstallatie van een aangrenzende kruising niet goed werkt.

Kernproblematiek

Ofschoon diverse fysieke oorzaken kunnen worden aangewezen voor de vele storingen, ligt de kern van het probleem gelegen in het feit dat veel installaties sterk zijn verouderd, waardoor deze minder betrouwbaar zijn geworden.

Uit diverse interviews is gebleken dat in het verleden de installaties in zeer beperkte mate zijn onderhouden of vervangen. Ook inspecties om de werking en staat van onderhoud vast te stellen werden amper tot niet uitgevoerd.

De in het verleden gehanteerde onderhoudsstrategie was daarbij correctief (handelen na optreden van een probleem) en van preventief onderhoud was vrijwel geen sprake. Een vermoedelijk belangrijke drijfveer hiervoor is waarschijnlijk geweest dat dit (op de korte termijn) aanzienlijke scheelt in kosten. Daarnaast vraagt een transitie van correctief naar preventief onderhoud veel van een organisatie en stond men hier nog onvoldoende voor gesteld.

¹ Schoterbrug, Waarderbrug, Prinsenbrug, Catherijnebrug, Gravestenenbrug, Melkbrug, Langebrug, Schouwbroekerbrug

Huidige situatie

Van de voorgestelde verbetermaatregelen zijn er in 2019 reeds meerdere uitgevoerd. Op basis van een analyse van het aantal storingen over 2019, lijken alle bruggen op dit moment te voldoen aan de in het prestatiecontract gestelde eisen met betrekking tot de betrouwbaarheid en het maximaal aantal storingen.

Om de betrouwbaarheid van de bruggen in de komende jaren ook te kunnen blijven garanderen en de bruggen qua veiligheid op een verantwoord niveau te krijgen, is vervanging van de elektrotechnische installatie en groot onderhoud van de (staal)constructie van diverse bruggen op korte termijn (binnen 3 jaar) wel noodzakelijk. De kosten voor het uitvoeren van deze verbetermaatregelen worden geraamd op circa € 1.100.000,-.

Inrichting toekomstig onderhoud

Voor wat betreft de wijze waarop naar de toekomst toe invulling wordt gegeven aan het onderhoud, zijn een aantal varianten mogelijk, waarin een keuze moet worden gemaakt.

Optie 1 - Correctief onderhoud

Net als in de huidige situatie wordt ook in de toekomst het onderhoud correctief uitgevoerd, waarbij herstel of vervanging plaatsvindt, nadat storingen zich voordoen en/of onderdelen het einde van hun levensduur volledig hebben bereikt. Onderhoudskosten zijn relatief laag, maar eens in de 5 tot 10 jaar zal een aanzienlijke investering gemaakt moeten worden om de betrouwbaarheid en veiligheid van de bruggen weer in lijn te brengen met de gewenste situatie.

Optie 2 - Asset Management

Aan de hand van de beleidsdoelstellingen van de gemeente wordt een duidelijke visie opgesteld ten aanzien van de gewenste kwaliteit van de beweegbare bruggen. Op basis van de overeengekomen doelstellingen wordt een MeerJarenOnderhoudsPlanning (MJOP) opgesteld, waarin alle onderhoudswerkzaamheden en vervanging voor een periode van ten minste 10 jaar in beeld worden gebracht en onderhoud preventief kan worden uitgevoerd.

Door structurele uitvoering van inspecties wordt de kwaliteit van de bruggen met regelmaat in kaart gebracht en kan de MJOP conform het Plan-Do-Check-Act principe worden bijgesteld.

Optie 3 - Beweegbare bruggen op orde

De derde optie is een aanvulling op optie 2 en betreft het renoveren/verbeteren van de beweegbare bruggen, zodanig dat deze allen voldoen aan de huidige wet- en regelgeving (waaronder de Machinerichtlijn) en zijn voorzien van een CE markering, als ook is vereist vanuit de RI&E.

Door alle beweegbare bruggen nu op orde te brengen, wordt tevens de mogelijkheid gecreëerd om de bediening en besturing van de verschillende bruggen te homogeniseren/standaardiseren, waardoor onderhoud en herstel effectiever kan worden uitgevoerd. Ook vormt dit een goede basis voor eventuele gecentraliseerde bediening van de bruggen.

Conditie monitoring en voorspellend onderhoud

Het op orde brengen van alle beweegbare bruggen vraagt een aanzienlijke investering qua kosten en tijd en zal dan ook niet binnen de komende 3 tot 5 jaar volledig kunnen worden gerealiseerd. Voor bruggen waarvoor op korte termijn nog geen vervanging of renovatie noodzakelijk is, maar wel een verouderde aandrijving hebben, wordt geadviseerd om door middel van sensoring de conditie van de brugaandrijving te bewaken. Aan de hand van sensordata kunnen defecten vroegtijdig worden gedetecteerd, de ontwikkeling ervan worden gemonitord en tijdig passende maatregelen worden genomen. Hiermee kunnen relatief oude installaties op verantwoorde wijze langer in stand worden gehouden en wordt vroegtijdige vervanging (en daarmee desinvestering) wordt voorkomen.

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond en aanleiding	1
1.2	Doel van de rapportage	1
1.3	Leeswijzer	1
2	Beschrijving project	2
2.1	Algemeen	2
2.2	Bruggen	2
2.3	Historie	2
2.4	Verrichte werkzaamheden	3
2.5	Prestatie-eisen	4
3	Samenvatting resultaten	7
3.1	Schoterbrug	8
3.2	Waarderbrug	11
3.3	Prinsenbrug	14
3.4	Catherijnebrug	18
3.5	Gravestenenbrug	21
3.6	Melkbrug	24
3.7	Langebrug	27
3.8	Schouwbroekerbrug	30
4	Analyse resultaten	33
4.1	Betrouwbaarheid bruggen	33
4.2	Prestatie-eisen	35
4.3	Te nemen maatregelen	38
4.4	Overige zaken	39
5	Conclusie en aanbevelingen	43
5.1	Conclusie	43
5.2	Aanbevelingen	44

Bijlage 1 Maatregelen per brug

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en aanleiding

Sinds 1 januari 2015 is Strukton Worksphere (SWS) verantwoordelijk voor het dagelijks beheer en onderhoud van de beweegbare bruggen in de gemeente Haarlem. In de periode januari 2015 / december 2016 is gebleken dat het aantal storingen veel hoger is dan het aantal storingen dat als uitgangspunt geldt voor het onderhoudscontract tussen de gemeente Haarlem en SWS. De Kritieke Prestatie Indicatoren (KPI's) werden niet gerealiseerd.

Naar aanleiding hiervan hebben beide partijen gezamenlijk aan Antea Group (AG) gevraagd om als onafhankelijke partij onderzoek te doen naar de oorzaken van de storingen. Binnen dat onderzoek zijn door Antea Group diverse verbetermaatregelen aangedragen, teneinde de betrouwbaarheid en de beschikbaarheid van de beweegbare bruggen op een aanvaardbaar niveau te brengen. Met name voor de bruggen op grote verkeersaders moeten de KPI's gehaald worden door het uitvoeren van maatregelen.

1.2 Doel van de rapportage

Het doel van deze rapportage is inzicht geven in de staat van de beweegbare bruggen van de gemeente Haarlem. De volgende zaken zijn daarbij van belang:

- Storingen over de verschillende bruggen heen:
 - Welke maatregelen zijn genomen tegen de storingen?
 - Welke maatregelen moeten nog uitgevoerd worden?
 - De kosten van deze maatregelen zijn waardevolle input voor de Meerjarige Onderhoud Planning (MJOP);
- Kritieke zaken die op korte termijn opgelost dienen te worden;
- Nodige maatregelen voor het voldoen aan de KPI's:
 - Veiligheid;
 - Betrouwbaarheid;
 - Beschikbaarheid.

1.3 Leeswijzer

Na dit inleidende eerste hoofdstuk volgt de beschrijving van het project in Hoofdstuk 2. Daarin is een overzicht van de bruggen gegeven die deel uitmaken van de scope van dit onderzoek, is aangegeven welke onderzoeken zijn uitgevoerd, welke rapporten zijn opgesteld en welke werkzaamheden zijn uitgevoerd. Er wordt afgesloten met een paragraaf over de prestatie-eisen.

In hoofdstuk 3 is per brug een samenvatting van de onderliggende rapportage, een overzicht van de verrichtte werkzaamheden, een analyse en de verbetermaatregelen opgenomen.

In Hoofdstuk 4 zijn de resultaten van de algemene analyse weergegeven. Hierin is gekeken naar veel voorkomende problemen, de invloed van de prestatie-eisen en de te nemen maatregelen. Er wordt afgesloten met de conclusie en aanbevelingen in Hoofdstuk 5.

Bijlage 1 bevat de opsomming van alle voorgestelde maatregelen aan alle bruggen inclusief de bijbehorende geraamde kosten.

2 Beschrijving project

2.1 Algemeen

De gemeente Haarlem heeft 11 beweegbare bruggen in haar beheer. Dit onderzoek omvat analyses van 8 van deze bruggen in de gemeente Haarlem. Hiervoor zijn medewerkers van Strukton WorkspHERE en de gemeente Haarlem geïnterviewd. Verder zijn inspecties uitgevoerd op de bruggen door experts op het gebied van werktuigbouwkunde, elektrotechniek en civiele techniek. Op basis van deze inspecties, interviews en analyses is deze overkoepelende rapportage opgesteld.

2.2 Bruggen

In dit onderzoek zijn de volgende beweegbare bruggen opgenomen:

- Schoterbrug
- Waarderbrug
- Prinsenbrug
- Catherijnebrug
- Gravestenenbrug
- Melkbrug
- Schouwbroekerbrug
- Langebrug

De locatie van elk van deze bruggen is weergegeven in Figuur 2.1.

- De Balkbrug in Spaarndam valt buiten de scope, deze brug is handbediend en vertoont vrijwel geen storingen.
- De Figebrug maakt geen deel uit van dit onderzoek, deze brug is in 2018 gerealiseerd.
- De spoorbrug naast de Prinsenbrug is in het beheer van ProRail.
- De Buitenrustbrug maakt geen deel uit van dit onderzoek. Reden hiervan is dat de aandrijving en het besturingssysteem geheel zijn vervangen in 2017.

2.3 Historie

Op 1 maart 2017 is het oorspronkelijke onderzoeksplan (Antea Group, 2017a) voor de beweegbare bruggen aangeleverd aan de gemeente. Met uitzondering van de planning is het onderzoek naar de bruggen conform dit plan uitgevoerd. Het doel was om twee bruggen per jaar te behandelen. Uiteindelijk zijn de laatste vier bruggen in één jaar bekeken.

In 2017 zijn de Schoterbrug en de Prinsenbrug aan bod gekomen. Deze bruggen zijn als eerste gekozen vanwege het relatief hoge aantal storingen ten opzichte van de andere bruggen. De rapportages van deze bruggen zijn op 2 november 2017 aangeleverd.

In 2018 volgden de Waarderbrug en de Schouwbroekerbrug, de eerstvolgende bruggen met het hoogste aantal storingen. De rapportages zijn aangeleverd op 5 november 2018.

Tenslotte zijn in 2019 de overige vier bruggen bekeken. De Catherijnebrug, Gravestenenbrug, Melkbrug en Langebrug. Rapportages hierover zijn aangeleverd op 7 juni 2019.

Het onderzoek is afgesloten in 2019 met de voorliggende rapportage.



Figuur 2.1: Overzicht locaties beweegbare bruggen Haarlem (Bron Streetsmart)

2.4 Verrichte werkzaamheden

Zoals hiervoor beschreven zijn er acht onderzoeksrapportages opgesteld, één voor iedere beschouwde brug. De onderzoeken zijn een combinatie van bureaustudie, interviews en inspecties. Dit geeft per brug een volledig beeld van de situatie, de problemen en mogelijk verbetermaatregelen hiervoor. De onderzoeken bestaan uit de volgende onderdelen:

Bureaustudie analyse storingen

Om achtergrondinformatie over gewenste/vereiste prestaties, de functies, de bruggen zelf en de optredende storingen te krijgen, is een bureaustudie uitgevoerd per brug. De input voor deze analyse werd gevormd door de aangeleverde lijsten van de gemeente met storingsregistraties.

Interviews

Er zijn diverse interviews gehouden met medewerkers van de gemeente Haarlem (eigenaar, beheerder en bedienaar) en Strukton Worksphere (onderhoudsaannemer). Deze interviews leverden aandachtspunten op voor de inspectie.

Inspecties

De resultaten van de bureaustudie en de interviews zijn input voor de inspecties als specifieke aandachtspunten. Op locatie zijn de bruggen geïnspecteerd door experts op het gebied van werktuigbouwkunde, elektrotechniek en civiele techniek.

Analyse storingen op basis van verzamelde informatie

Na de onderzoeken op locatie, is alle verzamelde informatie samengebracht en geanalyseerd. Daarbij zijn ook de mogelijkheden per brug geanalyseerd en hoe de technische staat het functioneren beïnvloedt.

Advisering verbetermaatregelen

Naar aanleiding van de analyse is bepaald welke maatregelen genomen kunnen worden om het functioneren van de brug te verbeteren. Van iedere mogelijke maatregel wordt bepaald wat de kosten en baten van de maatregel zijn.

Rapportage

De onderstaande rapportages zijn aangeleverd:

- *Onderzoeksrapportage Schoterbrug*. Projectnummer 0413309.00, Definitief revisie 2.0, d.d. 2 november 2017.
- *Onderzoeksrapportage Prinsenbrug*. Projectnummer 0413309.00, Definitief revisie 2.0, d.d. 2 november 2017.
- *Onderzoeksrapportage Waarderbrug*. Projectnummer 0413188.33, Definitief revisie 2.0, d.d. 5 november 2018.
- *Onderzoeksrapportage Schouwbroekerbrug*. Projectnummer 0413188.33, Definitief revisie 2.0, d.d. 5 november 2018.
- *Onderzoeksrapportage Catherijnebrug*. Projectnummer 0413188.143, Definitief revisie 3.0, d.d. 7 juni 2019.
- *Onderzoeksrapportage Gravestenenbrug*. Projectnummer 0413188.143, Definitief revisie 3.0, d.d. 7 juni 2019.
- *Onderzoeksrapportage Melkbrug*. Projectnummer 0413188.143, Definitief revisie 3.0, d.d. 7 juni 2019.
- *Onderzoeksrapportage Langebrug*. Projectnummer 0413188.143, Definitief revisie 3.0, d.d. 7 juni 2019.

2.5 Prestatie-eisen

Aan de bruggen zijn prestatie-eisen gesteld in het prestatiecontract (Gemeente Haarlem, 2015). Deze vormen onderdeel van de Kritieke Prestatie Indicatoren (KPI's). De prestatie-eisen hebben betrekking op de betrouwbaarheid, de hersteltijd en de niet-beschikbaarheid van de bruggen. In 2021 wordt er een nieuw prestatiecontract verwacht. In onderstaande paragrafen worden de verschillende prestatie-eisen toegelicht.

Betrouwbaarheid

Betrouwbaarheid is de waarschijnlijkheid dat een brug een vereiste functie kan uitvoeren onder gegeven omstandigheden gedurende een bepaald tijdsinterval. Voor de betrouwbaarheid van de bruggen wordt in het huidige prestatiecontract (Gemeente Haarlem, 2015) gesteld dat

(afhankelijk van de brug) 98% of 99% (P_{op}) van de gevallen een brugopeningen foutloos moet worden uitgevoerd. Op basis van (een geschat aantal van) 1.300 openingen per jaar (n_{op}), volgt dan dat zich respectievelijk 13 en 26 storingen per jaar (n_{st}) voor mogen doen in elk van de bruggen.

Hersteltijd

In (Gemeente Haarlem, 2015) zijn ook eisen gesteld aan de maximale responstijd (t_r) c.q. de tijd dat een onderhoudsmonteur ter plekke moet zijn en de maximale tijd om de brug weer beschikbaar te maken voor het wegverkeer (t_{fh}), wat bestaat uit het in gesloten toestand brengen van het val en vrijgeven van de brug voor het landverkeer (openen afsluitbomen en uitschakelen landverkeersseinen).

Niet-beschikbaarheid

De niet-beschikbaarheid betreft de fractie van de tijd dat de brug niet in staat is om de gewenste functie te vervullen en bestaat uit:

- Geplande niet-beschikbaarheid (onderhoud);
- Ongeplande niet-beschikbaarheid (storingen en incidenten).

De ongeplande niet-beschikbaarheid (U_o) wordt bepaald door de kans op storing te vermenigvuldigen met de hersteltijd:

$$U_o = \frac{(1-P_{op}) \cdot n_{op}}{8.760} \cdot (t_r + t_{fh}) \quad (1),$$

waarbij 8.760 het aantal uren in een jaar bedraagt.

De geplande niet-beschikbaarheid (U_g) betreft het jaarlijks aantal toegestane uren voor onderhoud (t_m) en wordt bepaald als

$$U_g = \frac{t_m}{8.760} \quad (2).$$

In Tabel 2.1 is voor elk van de bruggen de vereiste betrouwbaarheid, hersteltijd en niet-beschikbaarheid weergegeven.

Tabel 2.1: Betrouwbaarheid en beschikbaarheid per brug

Brug	Betrouw- baarheid	Storingen	Respons- tijd	Duur stremming	Niet-beschikbaarheid				
	[%]	[per jaar]	[uur]	[uur]	Ongepland	Gepland		Totaal	
					[uur]	[%]	[uur]	[%]	[%]
	P_{op}	n_{st}	t_r	t_{fh}	t_o	U_o	t_m	U_g	U
Schoterbrug	99%	13	0,5	0,5	13	0,15%	20	0,23%	0,38%
Waarderbrug	99%	13	0,5	1	19,5	0,22%	20	0,23%	0,45%
Prinsenbrug (bascul)	99%	13	0,5	0,5	13	0,15%	20	0,23%	0,38%
Prinsenbrug (hef)	99%	13	0,5	1	19,5	0,22%	20	0,23%	0,45%
Gravestenenbrug	98%	26	4	24	728	8,31%	40	0,46%	8,77%
Melkbrug	98%	26	4	24	728	8,31%	40	0,46%	8,77%
Catherijnebrug	98%	26	2	2	104	1,19%	20	0,23%	1,42%
Langebrug	99%	13	0,5	0,5	13	0,15%	20	0,23%	0,38%
Buitenrustbrug	99%	13	0,5	0,5	13	0,15%	40	0,46%	0,61%
Schouwbroekerbrug	99%	13	0,5	0,5	13	0,15%	40	0,46%	0,61%

De in Tabel 2.1 gegeven waarden voor de niet-beschikbaarheid hebben betrekking op het functioneel herstel van de brug voor het wegverkeer.

Vanuit het prestatiecontract worden geen eisen gesteld aan de functionele hersteltijd van de brug voor het vaarwegverkeer.² Wel geldt dat voor de betrouwbaarheid geen onderscheid wordt gemaakt tussen het niet kunnen openen of niet kunnen sluiten van de brug. Indien een brugopening dus niet kan worden ingezet, maar de brug nog wel beschikbaar is voor het wegverkeer, dan nog telt dit mee in het maximaal toelaatbare aantal storingen.

Overig

Voor wat betreft de hersteltijden, geldt verder dat er geen eisen zijn gesteld aan de tijd waarin het daadwerkelijke, technische herstel dient te worden gerealiseerd, c.q. de tijd waarin de brug weer in originele staat wordt terug gebracht.

Ook zijn geen eisen gesteld aan de tijd waarin herstel van niet-kritische storingen dient te worden gerealiseerd, c.q. storingen die niet resulteren in het functioneel falen van de brug.

² Vanaf 2019 zijn er overigens wel eisen gesteld aan de beschikbaarheid van de bruggen voor het scheepvaartverkeer.

3 Samenvatting resultaten

In de navolgende paragrafen is een samenvatting gegeven van de resultaten uit de verschillende onderzoek rapportages, als benoemd in paragraaf 2.4.

Hierbij is voor elk van de bruggen een korte samenvatting gegeven van de:

- Algemene gegevens;
- Prestatie-eisen en gerealiseerde prestatie;
- Verrichte werkzaamheden in het kader van dit onderzoek;
- Analyse van de storingen;
- De belangrijkste verbetermaatregelen en totale kosten;
- Eventuele recente ontwikkelingen in de periode 2017 - 2019, die niet in de onderzoeks-rapportages zijn benoemd;
- Een korte conclusie/samenvatting van de brug.

Gerealiseerde prestatie

Teneinde de behaalde betrouwbaarheid van de verschillende bruggen te bepalen voor 2019, is gebruik gemaakt van de informatie uit de storingsregistratie en het aantal brugopeningen. De betrouwbaarheid is hierbij berekend door het aantal storingen, met stremming van het wegverkeer tot gevolg te delen door het totaal aantal openingen in 2019.

Het totaal aantal storingen, met een stremming voor het wegverkeer tot gevolg is bepaald aan de hand van de storingsregistratie, waarbij per storing is aangegeven of dit heeft geresulteerd in een stremming voor het wegverkeer of scheepvaartverkeer. Deze informatie is echter niet voor alle storingen consistent opgenomen (ontbreekt voor 30% van de registraties) en derhalve zou het daadwerkelijk aantal stremmingen hoger kunnen zijn dan aangegeven.

Voor het bepalen van het aantal brugopeningen is gebruik gemaakt van data, verzameld door www.brug-open.nl.

Analyse van deze data wijst echter uit dat deze niet heel betrouwbaar is. Aanzienlijke issues binnen de dataset zijn dat sommige openingen een begintijd hebben die na de eindtijd van de betreffende opening ligt, of waarbij de starttijd van een nieuwe opening voor de eindtijd van de voorgaande opening ligt.

Deze foutieve registraties zijn (deels) verwijderd, met als resultaat dat het daadwerkelijk aantal openingen vermoedelijk zo'n 30% tot 45% lager ligt dan weergegeven in de dataset. Echter zelfs na deze bewerkingen is de kwaliteit van deze dataset nog twijfelachtig, wat betekent dat het weergegeven aantal openingen in de navolgende paragrafen dan ook met rede in twijfel kan worden getrokken.

Op basis van de inconsistentie en onzekerheid omtrent de validiteit van de storingsgegevens en het aantal brugopeningen, dient dan ook te worden gesteld dat de gepresenteerde gegevens, aangaande de gerealiseerde prestatie van de brug (zowel de betrouwbaarheid, als het aantal stremmingen) niet als zeer betrouwbaar beschouwd dienen te worden.

3.1 Schoterbrug

3.1.1 Algemene gegevens

Kunstwerkcode: BR-224
Hoofdtype: Beweegbare brug,
bascule
Bouwjaar: 2009
Openingen (2019): 4.460
Wegtype: GOW (gescheiden banen
op kunstwerk)
Verkeer: Auto's, fietsers,
voetgangers,
hulpdiensten
Inspectiejaar: 2017



Figuur 3.1: Aanzicht Schoterbrug

3.1.2 Prestatie-eisen

Voor de Schoterbrug zijn de volgende betrouwbaarheidseisen gesteld en gerealiseerd met betrekking tot het wegverkeer:

Onderdeel	Eenheid	Eis	Gerealiseerd 2018	Gerealiseerd 2019
Betrouwbaarheid	% per brugopening	99%	Onbekend [†]	99,75% [†]
Maximaal aantal storingen in de bediening	per jaar	13	2*	11*
Maximale responstijd	uur	0,5	Onbekend [#]	Onbekend [#]
Maximale duur stremming wegverkeer	uur	1	Onbekend [‡]	Onbekend [‡]

Algemeen

[#] De meldtijd en aankomsttijd monteur worden niet geregistreerd, de responstijd is hierdoor niet te achterhalen.

[‡] In veel gevallen is enkel de begintijd van de storing gegeven. Hierdoor is niet duidelijk wat de duur van de storing en/of stremming is geweest.

Storingen 2018

[†] Teneinde de betrouwbaarheid te kunnen bepalen, dient het aantal brugopeningens bekend te zijn. Deze informatie is voor 2018 echter niet beschikbaar.

* In de storingsregistratie van 2018 wordt niet eenduidig gespecificeerd of er een stremming veroorzaakt wordt door een storing. Voor 2 storingen valt in ieder geval uit de beschrijving op te maken dat er sprake was van een stremming. 1 stremming lijkt hierbij betrekking te hebben op het wegverkeer. Voor de andere stremming is niet duidelijk of dit betrekking heeft op het wegverkeer of het vaarwegverkeer.

Storingen 2019

* In 2019 zijn voor de Schoterbrug 41 storingen geregistreerd. Van de 41 storingen hebben 11 geresulteerd in een stremming voor het wegverkeer en 8 in een stremming voor het scheepvaartverkeer.

[†] Op basis van 11 geregistreerde stremmingen voor het wegverkeer en 4.460 openingen, wordt een betrouwbaarheid van $(4.460 - 11) / 4.460 = 99,75\%$ gerealiseerd.

3.1.3 Verrichte werkzaamheden

Voor de Schoterbrug zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Bureaustudie storingsanalyse;
- Interviews:
 - Gemeente Haarlem: Functies en prestatie-eisen (27 maart 2017);
 - Spaarnelanden: Onderhoudshistorie (4 april 2017);
 - Strukton Worksphere: Prestatie en procedures (13 april 2017);
 - EPMC Europe: Onderhoud en onderhoudshistorie (13 april 2017);
- Inspectie (5 april 2017);
- Analyse storingsoorzaken;
- Advies verbetermaatregelen.

3.1.4 Analyse

De resultaten van deze werkzaamheden zijn beschreven in (Onderzoeksrapportage Schoterbrug, 2017b). De belangrijkste resultaten zijn hieronder vermeld.

Het aantal meldingen van storingen in 2015 en 2016 was samen 133. Er valt niet te herleiden hoeveel van deze meldingen daadwerkelijk storingen zijn en wat de invloed ervan is op de beschikbaarheid.

Vanuit de besturing kunnen er storingen ontstaan als in één of meerdere schakelketens een detectie gemist wordt. In de huidige situatie zijn de volgende mogelijke kritische factoren aanwezig die storingen kunnen geven:

- Standdetectie brugdek - 'Brug geheel Neer' en 'Brug geheel Op';
- Standdetectie afsluitbomen;
- VRI ten noordwesten veroorzaakt storingen in de brug.

Scheefloop

Tijdens de inspectie en de interviews is uitgebreid gekeken naar de scheefloop. Bij het sluiten van het brugdek ontstaat een groot hoogteverschil (10-15 cm) tussen de linker- en de rechterzijde van het brugdek. Verschillende oorzaken zijn onderzocht en besproken. De oplossing moet gezocht worden bij het juist afstellen/modificeren van de hydraulische installatie, waardoor voor beide cilinders gelijke druk en flow condities gelden.

Een mogelijke oplossing hiervoor is het hydraulisch koppelen van beide cilinders middels een nivelleerleiding, waarmee de druk automatisch op gelijke wijze wordt verdeeld. Of dit binnen het huidige systeem kan worden gerealiseerd zal moeten worden onderzocht.

3.1.5 Voorgestelde verbetermaatregelen

In *Bijlage 1: Maatregelen per brug* zijn diverse herstel- en verbetermaatregelen opgenomen, waarmee de betrouwbaarheid (aantal storingen) en beschikbaarheid (duur van storingen) van de brug kan worden verbeterd.

Er zijn 9 verbetermaatregelen voorgesteld, waarvan de kosten zijn geraamd tussen de € 42.250 en € 52.250.

Van deze 9 maatregelen zijn er ondertussen 5 volledig uitgevoerd en is er 1 vervallen. Er zijn nog 3 openstaande verbetermaatregelen. De kosten voor het realiseren van de nog openstaande verbetermaatregelen worden geraamd tussen de € 27.500 en € 37.500.

De reeds uitgevoerde maatregelen betreffen aanpassing van de hydraulische installatie, vervanging van de eindschakelaars en standenschakelaars, het verbeteren van de detectie uit deze schakelaars en het aanpassen van de koppeling met de VRI.

De nog belangrijkste openstaande maatregel betreft het verhelpen van de scheefloop. De tot nog toe genomen maatregelen hebben de scheefloop nog niet kunnen verhelpen. Andere openstaande maatregelen betreffen het aanbrengen van storingsdisplays en het aanpassen van de bevestiging van de scheepvaartseinen.

Door de in *Bijlage 1: Maatregelen per brug* benoemde verbetermaatregelen te realiseren, kan naar verwachting het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar.

3.1.6 Overige zaken

Recente ontwikkelingen

- De camera positionering op de brug is in 2020 aangepast;
- Eind 2019 is de koppeling van de brugbesturing met de VRI aangepast. De brug kan daarbij los van de VRI worden bediend, waardoor storingen in de VRI niet meer resulteren in blokkering van de brugbediening;
- Eind 2019 zijn in de (verhoogde) middenberm van de brug keerlussen gecreëerd, door aan weerszijden betonnen inritbanden aan te brengen. Hierdoor kan autoverkeer keren en de brug verlaten in geval van een storing;
- Teneinde de scheefloop van de brug te verhelpen zijn diverse hydrauliekslangen vervangen en is de hydraulische installatie onderzocht, waarna het kleppenblok is gemodificeerd. Hierbij is tevens een kalibratie van de installatie uitgevoerd. Deze maatregelen hebben de scheefloop echter nog niet verholpen.

3.1.7 Conclusie Schoterbrug

In de periode 2015 - 2016 kwamen de prestaties van de brug niet overeen met de gestelde eisen. Om aan de eisen te kunnen voldoen zijn in 2017 een totaal van 9 verbetermaatregelen voorgesteld. Over de periode 2017 - 2019 zijn er van deze maatregelen 4 volledig uitgevoerd, is 1 deels uitgevoerd en is er 1 vervallen. Voor 2019 lijken de prestaties van de brug te voldoen aan de gestelde eisen.

Het belangrijkste nog resterende probleem is de scheefloop van de brug bij het sluiten. De tot nog toe genomen maatregelen hebben dit niet weten te verhelpen.

Kosten voor het uitvoeren van de nog resterende verbetermaatregelen zijn geraamd tussen de € 27.500 tot € 37.500.

Naar verwachting kan het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar als alle maatregelen worden uitgevoerd.

3.2 Waarderbrug

3.2.1 Algemene gegevens

Kunstwerkcode: BR-065
Hoofdtype: Beweegbare brug,
ophaalbrug
Bouwjaar: 1970
Openingen (2019): 6.936
Wegtype: GOW
Verkeer: Auto's, fietsers,
voetgangers. Verboden
voor vrachtverkeer en
bussen
Inspectiejaar: 2018



Figuur 3.2: Aanzicht Waarderbrug

3.2.2 Prestatie-eisen

Voor de Waarderbrug zijn de volgende betrouwbaarheidseisen gesteld en gerealiseerd met betrekking tot het wegverkeer:

Onderdeel	Eenheid	Eis	Gerealiseerd 2018	Gerealiseerd 2019
Betrouwbaarheid	% per brugopening	99%	Onbekend [†]	99,87% [†]
Maximaal aantal storingen in de bediening	per jaar	13	28*	9*
Maximale responstijd	uur	0,5	Onbekend [#]	Onbekend [#]
Maximale duur stremming wegverkeer	uur	1,5	3:00 uur [‡]	2:50 uur [‡]

Algemeen

[#] De meldtijd en aankomsttijd monteur worden niet geregistreerd, de responstijd is hierdoor niet te achterhalen.

Storingen 2018

[†] Teneinde de betrouwbaarheid te kunnen bepalen, dient het aantal brugopening bekend te zijn. Deze informatie is voor 2018 echter niet beschikbaar.

^{*} In de storingsregistratie van 2018 zijn er 28 storingen voor de Waarderbrug geregistreerd. Hierbij is echter niet eenduidig gespecificeerd of er een stremming veroorzaakt wordt door een storing.

[‡] De weergegeven 3:00 uur is van een storing waarbij begin- en eindtijd wel geregistreerd zijn.

Storingen 2019

^{*} In 2019 zijn voor de Waarderbrug 23 storingen geregistreerd. Van de 23 storingen hebben 9 geresulteerd in een stremming voor het wegverkeer en 7 in een stremming voor het scheepvaartverkeer.

[†] Op basis van 9 geregistreeerde stremmingen voor het wegverkeer en 6.936 openingen, wordt een betrouwbaarheid van $(6.936 - 9) / 6.936 = 99,87\%$ gerealiseerd.

[‡] De weergegeven 2:50 uur is van een storing waarbij begin- en eindtijd wel geregistreerd zijn.

3.2.3 Verrichte werkzaamheden

Voor de Waarderbrug zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Bureaustudie storingsanalyse;
- Interviews:
 - Gemeente Haarlem: Functies en prestatie-eisen (20 september 2018)
 - Gemeente Haarlem: brugwachter (25 september 2018)
 - Strukton Worksphere: service monteur (25 september 2018)
- Inspectie (25 september 2018);
- Analyse storingsoorzaken;
- Advies verbetermaatregelen.

3.2.4 Analyse

De resultaten van deze werkzaamheden zijn beschreven in (Onderzoeksrapportage Waarderbrug., 2018a). De belangrijkste resultaten zijn hieronder vermeld.

Vanuit de besturing kunnen er storingen ontstaan als in één of meerdere schakelketens een detectie gemist wordt. In de huidige situatie zijn de volgende mogelijke kritische factoren aanwezig die storingen kunnen geven:

- Detectie grendel actief. Bij niet juist detecteren staat de brug in storing en wordt het correct doorlopen van het brugproces geblokkeerd. De eindschakelaar van de grendels alsmede de directe omgeving van de grendels en de grendelmotor vertonen ernstige corrosie. Hierdoor blijven de afsluitbomen omlaag staan, waardoor brug gestremd raakt voor wegverkeer.
- Globaal zijn de volgende belangrijkste standenschakelaars aanwezig zoals: brug voor op, geheel op, voor neer, geheel neer, Nood eind op en Nood neer, eindschakelaars van het opzetwerk alsmede de koppeling met de standenschakelaars van de afsluitbomen. Uit de analyse van de storingsregistratie blijkt dat een groot aantal storingen verband houden met het niet altijd goed functioneren van deze schakelaars. Enerzijds komt dit door de matige staat van sommige schakelaars, anderzijds komt dit door het niet goed schakelen van de standenschakelaars vanuit de mechanische delen.

N.b. In 2019 is er groot onderhoud aan de brug uitgevoerd. Hierbij zijn onder andere de grendelinstallatie en de standenschakelaars vervangen. Bovengenoemde storingen zouden hiermee moeten zijn verholpen.

Koppeling met VRI

Uit informatie van gemeente en SWS blijkt dat bij de Waarderbrug ook 'regelmatig' problemen ontstaan door de interactie met de naastgelegen VRI. Storingen in de besturing van de VRI, of het 'uit' staan van de VRI kan resulteren in 'onduidelijke' storingen in de brugbediening. Deze storingen zijn in het algemeen niet snel opgelost, omdat de monteur van de brug na aankomst op locatie moet gaan bellen met de monteur voor de VRI.

3.2.5 Voorgestelde verbetermaatregelen

In *Bijlage 1: Maatregelen per brug* zijn diverse herstel- en verbetermaatregelen opgenomen, waarmee de betrouwbaarheid (aantal storingen) en beschikbaarheid (duur van storingen) van de brug kan worden verbeterd.

Er zijn 8 verbetermaatregelen voorgesteld waarvan de kosten zijn geraamd op € 105.000. Van deze 8 maatregelen zijn er ondertussen 6 volledig uitgevoerd en is er 1 vervallen. Er is nog 1 openstaande maatregel.

De kosten voor het realiseren van de resterende verbetermaatregel worden geraamd op € 4.000.

De reeds uitgevoerde maatregelen betreffen groot onderhoud van de staalconstructie en vervanging van het bewegingswerk, de grendelinstallatie, de eindschakelaars en het luik.³ Ook zijn de techniekruimten opgeruimd en is een opslag gecreëerd in het brugwachtershuis.

De nog resterende maatregel betreft het verbeteren/vervangen van de bekabeling.

Door de in *Bijlage 1: Maatregelen per brug* benoemde verbetermaatregelen te realiseren, kan naar verwachting het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar.

3.2.6 Overige zaken

Recente ontwikkelingen

- Bij een calamiteit is een heugelstang verbogen, dit veroorzaakte scheefloop in de brug. Het bewegingswerk is om deze reden vervangen;
- Bij vervanging van het bewegingswerk zijn tevens de grendelinstallatie, de landverkeersseinen en alle standenschakelaars vervangen;
- De lagerstoelen zijn recent gereviseerd;
- Voor 2020 staan nog de volgende maatregelen ingepland:
 - Aanpassen oplegpunten;
 - Vergroten van de aandrukrollen van de heugelstangen, teneinde bewegingen in de heugelstang te reduceren en zo slijtage tegen te gaan.
- Recent is overleg gevoerd met betrekking tot herstel van storingen aan VRI's bij bruggen. Hiervoor zullen aparte contractuele eisen worden opgenomen in de Domein DienstverleningsOvereenkomst (DDO) VRI.

3.2.7 Conclusie Waarderbrug

In de periode 2015 - 2016 kwamen de prestaties van de brug niet overeen met de gestelde eisen. Om aan de eisen te kunnen voldoen zijn in 2017 een totaal van 8 verbetermaatregelen voorgesteld. Over de periode 2017 - 2019 zijn er van deze maatregelen 6 volledig uitgevoerd en is er 1 vervallen. Voor 2019 lijken de prestaties van de brug te voldoen aan de gestelde eisen.

De nog resterende maatregel betreft het verbeteren/vervangen van de bekabeling.

Kosten voor het uitvoeren van de nog resterende verbetermaatregel is geraamd op € 4.000.

Naar verwachting kan het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar als alle maatregelen worden uitgevoerd.

³ Maatregelen uitgevoerd naar aanleiding van verbuiging heugelstang.

3.3 Prinsenbrug

3.3.1 Algemene gegevens

Kunstwerkcode: BR-066
Hoofdtype: Beweegbare brug,
hefbrug gedeelte,
basculebrug gedeelte
Bouwjaar: 1930
Openingen (2019): 5.665
Wegtype: N200 (provinciaal), 4
rijstroken 2 fietspaden
Verkeer: Auto's, fietsers,
voetgangers,
hulpdiensten
Inspectiejaar: 2017



Figuur 3.3: Aanzicht Prinsenbrug

3.3.2 Prestatie-eisen

Voor de Prinsenbrug zijn de volgende betrouwbaarheidseisen gesteld en gerealiseerd met betrekking tot het wegverkeer:

Onderdeel	Eenheid	Eis	Gerealiseerd 2018	Gerealiseerd 2019
Betrouwbaarheid	% per brugopening	99%	99,4%	99,95% [†]
Maximaal aantal storingen in de bediening	per jaar	13	26*	3*
Maximale responstijd	uur	0,5	Onbekend [#]	Onbekend [#]
Maximale duur stremming wegverkeer door basculebrug gedeelte	uur	1	Onbekend [‡]	2:00 uur [‡]
Maximale duur stremming wegverkeer door hefbrug gedeelte	uur	1,5	Onbekend [‡]	

Algemeen

[#] De meldtijd en aankomsttijd monteur worden niet geregistreerd, de responstijd is hierdoor niet te achterhalen.

[‡] In veel gevallen is enkel de begintijd van de storting gegeven. Hierdoor is niet duidelijk wat de duur van de storting en/of stremming is geweest.

Storingsen 2018

* In de storingsregistratie van 2018 zijn er 26 storingsen voor de Prinsenbrug geregistreerd. Hierbij is echter niet eenduidig gespecificeerd of er een stremming veroorzaakt wordt door een storting.

Storingsen 2019

* In 2019 zijn voor de Prinsenbrug 9 storingsen geregistreerd. Van de 9 storingsen hebben 3 geresulteerd in een stremming voor het wegverkeer en 6 in een stremming voor het scheepvaartverkeer.

[†] Op basis van 3 geregistreerde stremmingen voor het wegverkeer en 5.665 openingen, wordt een betrouwbaarheid van $(5.665 - 3) / 5.665 = 99,95\%$ gerealiseerd.

‡ De weergegeven 2 uur is van een storing waarbij begin- en eindtijd wel geregistreerd zijn. Onduidelijk is echter welk deel van de brug (hef of bascule) dit betreft.

3.3.3 Verrichte werkzaamheden

Voor de Prinsenbrug zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Bureaustudie storingsanalyse;
- Interviews:
 - Gemeente Haarlem: Functies en prestatie-eisen (27 maart 2017);
 - Spaarnelanden: Onderhoudshistorie (4 april 2017);
 - Strukton Worksphere: Prestatie en procedures (13 april 2017);
 - EPMC Europe: Onderhoud en onderhoudshistorie (13 april 2017);
- Inspectie (5 april 2017);
- Analyse storingsoorzaken;
- Advies verbetermaatregelen.

3.3.4 Analyse

De resultaten van deze werkzaamheden zijn beschreven (Onderzoeksrapportage Prinsenbrug., 2017c) De belangrijkste resultaten zijn hieronder vermeld.

In de huidige situatie zijn de volgende mogelijke kritische factoren aanwezig die storingen kunnen geven:

Basculedeel:

- Standdetectie brugdek - 'Nood op' (2x).
Bij niet detecteren en in het geval dat de brug door de eindstand 'brug geheel op' loopt, kan dit forse mechanische schade veroorzaken. Eén van de eindschakelaars vertoont ernstige corrosie.
- Ernstige vervuiling (vogeluitwerpselen) op de cilinders, meetlinialen, kleppen en appendages.
De vervuiling werkt corrosief en geeft een grotere kans op vroegtijdige degradatie van onderdelen met als gevolg het falen van de brug.
- Schade door muisvraat aan kabels.
Hierdoor kunnen delen van de besturing uitvallen.

Hefbrug:

- Sterk verouderde besturingsinstallatie.
Dit geeft kans op falen van de bediening / besturing van de brug. De brug vertoont echter in absolute zin (nog) weinig storingen.
Wel wordt geadviseerd de besturing binnen een periode van 3 jaar volledig te vervangen. Dit ten behoeve van het garanderen van de betrouwbaarheid van de brug, en het verkrijgen van een veilige, CE-gemarkeerde brug.

Algemeen:

- Koppeling met VRI:
Uit informatie van gemeente en SWS blijkt dat bij de Prinsenbrug ook 'regelmatig' problemen ontstaan door de interactie met de naastgelegen VRI. Storingen in de besturing van de VRI, of het 'uit' staan van de VRI kan resulteren in 'onduidelijke' storingen in de brugbediening. Deze storingen zijn in het algemeen niet snel opgelost, omdat de brugmonteur na aankomst op locatie moet gaan bellen met de monteur voor de VRI.

N.b. De VRI's aan weerszijden van de brug zullen medio 2020 worden vervangen.

3.3.5 Voorgestelde verbetermaatregelen

In *Bijlage 1: Maatregelen per brug* zijn diverse herstel- en verbetermaatregelen opgenomen, waarmee de betrouwbaarheid (aantal storingen) en beschikbaarheid (duur van storingen) van de brug kan worden verbeterd.

Er zijn 6 verbetermaatregelen voorgesteld waarvan de kosten zijn geraamd tussen de € 111.750 en € 161.750.

Van deze 6 maatregelen zijn er ondertussen 2 volledig uitgevoerd en is er 1 deels uitgevoerd. Van de overige 3 maatregelen zijn er nog 2 openstaand en is de status van 1 maatregel onbekend. De kosten voor het realiseren van de nog (deels) openstaande verbetermaatregelen worden geraamd tussen de € 108.500 en € 158.500.

De reeds uitgevoerde maatregelen betreffen het herstellen van door knaagdieren aangetaste bekabeling, het afschermen van de installatie voor vogels en het plaatsen van een overbruggings-schakelaar voor de VRI.

De nog belangrijkste resterende maatregel betreft het vervangen van de volledige besturings-installatie van het hefdeel van de brug.

Door de in *Bijlage 1: Maatregelen per brug* benoemde verbetermaatregelen te realiseren, kan naar verwachting het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar.

3.3.6 Overige zaken brug

Recente ontwikkelingen

- De camera positionering op de brug zal in 2019 worden aangepast;
- De brug wordt iedere drie maanden gereinigd;
- De cilinders van de brug zullen van kousen worden voorzien om vervuiling tegen te gaan;
- Medio 2020 zullen de VRI's aan weerszijden van de brug worden vervangen.

3.3.7 Conclusie Prinsenbrug

In de periode 2015 - 2016 kwamen de prestaties van de brug niet overeen met de gestelde eisen. Om aan de eisen te kunnen voldoen zijn in 2017 een totaal van 6 verbetermaatregelen voorgesteld. Over de periode 2017 - 2019 zijn er van deze maatregelen 2 volledig en 1 deels uitgevoerd. Voor 2019 lijken de prestaties van de brug te voldoen aan de gestelde eisen.

Het belangrijkste probleem is de sterk verouderde bedienings- en besturingsinstallaties van het hefdeel, waarvoor wordt geadviseerd deze binnen 3 jaar te vervangen.

Kosten voor het uitvoeren van de nog resterende verbetermaatregelen zijn geraamd tussen de € 108.500 tot € 158.500.

Naar verwachting kan het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar als alle maatregelen worden uitgevoerd.

3.4 Catherijnebrug

3.4.1 Algemene gegevens

Kunstwerkcode: BR-067
Hoofdtype: Beweegbare brug, draaibrug
Bouwjaar: Brug 2001 gerenoveerd, Landhoofden ±1930
Openingen (2019): 6.415
Wegtype: GOW, door VRI wisselend éénrichtingsverkeer
Verkeer: Auto's, fietsers, voetgangers
Inspectiejaar: 2019



Figuur 3.4: Aanzicht Catherijnebrug

3.4.2 Prestatie-eisen

Voor de Catharijnebrug zijn de volgende betrouwbaarheidseisen gesteld en gerealiseerd met betrekking tot het wegverkeer:

Onderdeel	Eenheid	Eis	Gerealiseerd 2018	Gerealiseerd 2019
Betrouwbaarheid	% per brugopening	98%	Onbekend [†]	99,95% [†]
Maximaal aantal storingen in de bediening	per jaar	26	11*	3*
Maximale responstijd	uur	2	Onbekend [#]	Onbekend [#]
Maximale duur stremming wegverkeer	uur	4	Onbekend [‡]	1:50 uur

Algemeen

[#] De meldtijd en aankomsttijd monteur worden niet geregistreerd, de responstijd is hierdoor niet te achterhalen.

[‡] In veel gevallen is enkel de begintijd van de storing gegeven. Hierdoor is niet duidelijk wat de duur van de storing en/of stremming is geweest.

Storingen 2018

[†] Teneinde de betrouwbaarheid te kunnen bepalen, dient het aantal brugopening bekend te zijn. Deze informatie is voor 2018 echter niet beschikbaar.

* In de storingsregistratie van 2018 zijn er 11 storingen voor de Catherijnebrug geregistreerd. Hierbij is echter niet eenduidig gespecificeerd of er een stremming veroorzaakt wordt door een storing.

Storingen 2019

* In 2019 zijn voor de Catherijnebrug 7 storingen geregistreerd. Van de 7 storingen hebben 3 geresulteerd in een stremming voor het wegverkeer en geen in een stremming voor het scheepvaartverkeer.

[†] Op basis van 3 geregistreeerde stremmingen voor het wegverkeer en 6.415 openingen, wordt een betrouwbaarheid van $(6.415 - 3) / 6.415 = 99,95\%$ gerealiseerd.

‡ De weergegeven 1:50 uur is van een storing waarbij begin- en eindtijd wel geregistreerd zijn.

3.4.3 Verrichte werkzaamheden

Voor de Catharijnebrug zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Bureau studie storingsanalyse;
- Interviews:
 - Gemeente Haarlem: Startoverleg (16 april 2019)
 - Gemeente Haarlem: Functies en prestatie-eisen (25 april 2019)
 - Strukton Worksphere: service monteur (25 april 2018)
- Inspectie (25 april 2019);
- Analyse storingsoorzaken;
- Advies verbetermaatregelen.

3.4.4 Analyse

De resultaten van deze werkzaamheden zijn beschreven in (Onderzoeksrapportage Catherijnebrug, 2019a). De belangrijkste resultaten zijn hieronder vermeld.

In de huidige situatie zijn de volgende mogelijke kritische factoren aanwezig die storingen kunnen geven:

- Standdetectie brugdek beïnvloed door hitte:
Bij niet juist detecteren van het brugdek staat de brug in storing en wordt het correct doorlopen van het brugproces geblokkeerd. Dit kan ook een gevolg zijn van uitzetting van de brug door hitte.
Mogelijk gevolg: Afsluitbomen blijven omlaag staan, brug raakt gestremd voor wegverkeer.
- Standdetectie brugdek wordt beïnvloed door uitwerpselen vogels:
Door de uitwerpselen raken de standschakelaars bevuild. Dit kan ervoor zorgen dat schakelaars niet meer volledig kunnen functioneren over het volledige bereik of dat de schakelaar dermate is aangetast dat het schakelwerk zelf kapot is.
- Globaal zijn de volgende belangrijkste standenschakelaars aanwezig: brug voor open, geheel open, voor gesloten, geheel gesloten, Nood eind open en Nood eind dicht, eindschakelaars van het opzetwerk alsmede de koppeling met de standenschakelaars van de afsluitbomen. Uit de storingsregistratie blijkt dat een aantal storingen verband houden met het niet altijd goed functioneren van deze schakelaars. De eindschakelaars/sensoren/spileindschakelaar zijn in slechte staat door de uitwerpselen.
- Vanwege beschadigde manchetten en zuigerstangen van de vergrendelinrichting, kan deze niet meer dicht of open gaan. De beschadigingen aan de zuigerstang en manchetten zijn eveneens te wijten aan de uitwerpselen van de vogels.

3.4.5 Voorgestelde verbetermaatregelen

In *Bijlage 1: Maatregelen per brug* zijn diverse herstel- en verbetermaatregelen opgenomen, waarmee de betrouwbaarheid (aantal storingen) en beschikbaarheid (duur van storingen) van de brug kan worden verbeterd.

Er zijn 8 verbetermaatregelen voorgesteld, waarvan de kosten zijn geraamd op € 96.450. Vooralsnog is slechts 1 van deze maatregelen uitgevoerd. De kosten voor het realiseren van de nog openstaande verbetermaatregelen worden geraamd op € 95.450.

Het grootste deel van de kosten omvat het vervangen van de E-installatie. De E-installatie is gedateerd en op termijn zijn de componenten niet meer verkrijgbaar. Geadviseerd wordt om de besturing binnen een periode van 3 jaar volledig te vervangen. Dit ten behoeve van het garanderen van de betrouwbaarheid van de brug, en het verkrijgen van een veilige, CE-gemarkeerde brug.

De hierna volgende belangrijkste maatregelen hebben te maken met de verontreiniging door vogel uitwerpselen. Het bewegingswerk dient gereinigd te worden en afgeschermd voor vogels. De naderingsschakelaars, sensoren en spileindschakelaars dienen iedere 15 jaar vervangen te worden, deze zijn aangetast door de uitwerpselen. Vervanging van deze schakelaars kan worden gecombineerd met de vervanging van de gehele E-installatie.

Door de in *Bijlage 1: Maatregelen per brug* benoemde verbetermaatregelen te realiseren, kan naar verwachting het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar.

3.4.6 Overige zaken brug

Recente ontwikkeling

Geen bijzonderheden.

3.4.7 Conclusie Catherijnebrug

Voor 2019 lijken de prestaties van de brug te voldoen aan de gestelde eisen. Teneinde het aantal storingen verder te reduceren en de betrouwbaarheid van de brug ook in de toekomst te kunnen garanderen zijn 8 verbetermaatregelen voorgesteld.

De belangrijkste maatregel betreft het vervangen van de E-installatie, welke sterk verouderd is, waardoor reserveonderdelen op termijn niet meer verkrijgbaar zijn.

De kosten voor het uitvoeren van de verbetermaatregelen zijn geraamd op € 95.450.

Naar verwachting kan het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar als alle maatregelen worden toegepast.

3.5 Gravestenenbrug

3.5.1 Algemene gegevens

Kunstwerkcode: BR-068
Hoofdtype: Beweegbare brug,
dubbele ophaalbrug
Bouwjaar: 1950
Openingen (2019): 5.087
Wegtype/verkeer: Fietzers, voetgangers
Inspectiejaar: 2019



Figuur 3.5: Aanzicht Gravestenenbrug

3.5.2 Prestatie-eisen

Voor de Gravestenenbrug zijn de volgende betrouwbaarheidseisen gesteld en gerealiseerd met betrekking tot het wegverkeer:

Onderdeel	Eenheid	Eis	Gerealiseerd 2018	Gerealiseerd 2019
Betrouwbaarheid	% per brugopening	98%	Onbekend [†]	99,98% [†]
Maximaal aantal storingen in de bediening	per jaar	26	1*	1*
Maximale responstijd	uur	4	1	Onbekend [#]
Maximale duur stremming wegverkeer	uur	28	Onbekend [‡]	Onbekend [‡]

Algemeen

[#] De meldtijd en aankomsttijd monteur worden niet geregistreerd, de responstijd is hierdoor niet te achterhalen.

[‡] In veel gevallen is enkel de begintijd van de storing gegeven. Hierdoor is niet duidelijk wat de duur van de storing en/of stremming is geweest.

Storingen 2018

[†] Teneinde de betrouwbaarheid te kunnen bepalen, dient het aantal brugopening bekend te zijn. Deze informatie is voor 2018 echter niet beschikbaar.

* In de storingsregistratie van 2018 is er slechts 1 storingen voor de Gravestenenbrug geregistreerd. Hierbij is echter niet eenduidig gespecificeerd of er een stremming veroorzaakt wordt door een storing.

Storingen 2019

* In 2019 zijn voor de Gravestenenbrug 3 storingen geregistreerd. Van de 3 storingen heeft 1 geresulteerd in een stremming voor het wegverkeer (fietzers/voetgangers) en geen in stremming voor het scheepvaartverkeer.

[†] Op basis van 1 geregistreerde stremming voor het wegverkeer en 5.087 openingen, wordt een betrouwbaarheid van $(5.087 - 1) / 5.087 = 99,98\%$ gerealiseerd.

3.5.3 Verrichte werkzaamheden

Voor de Gravestenenbrug zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Bureaustudie storingsanalyse;
- Interviews:
 - Gemeente Haarlem: Startoverleg (16 april 2019);
 - Strukton Worksphere: Service monteur (9 mei 2018);
- Inspectie (9 mei 2019);
- Analyse storingsoorzaken;
- Advies verbetermaatregelen.

3.5.4 Analyse

De resultaten van deze werkzaamheden zijn beschreven in (Onderzoeksrapportage Gravestenenbrug, 2019b). De belangrijkste resultaten zijn hieronder vermeld.

Vanuit de besturing kunnen er storingen ontstaan als in één of meerdere schakelketens een detectie gemist wordt. In de huidige situatie zijn de volgende mogelijke kritische factoren aanwezig die storingen kunnen geven:

- Brug wilt niet meer sluiten door verkeerde balancerings;
- Elektrische storing, kabels liggen bloot en worden door vandalisme beschadigd;
- Nagegaan dient te worden waarom de schakelaar brug gesloten niet functioneert;
- Er kunnen ongelukken gebeuren omdat de brug niet fysiek is afgeschermd voor voetgangers tijdens een brugcyclus.

N.b. Het laatst genoemde risico is onderkend in de in 2018 uitgevoerde RI&E, waarbij deze zeer hoog scoorde. Er wordt op dit moment gezocht naar een geschikte oplossing voor deze situatie. Als tijdelijke maatregel zijn kettingen geplaatst, waardoor gebruikers worden geweerd voor de brug.

3.5.5 Voorgestelde verbetermaatregelen

In *Bijlage 1: Maatregelen per brug* zijn diverse herstel- en verbetermaatregelen opgenomen, waarmee de betrouwbaarheid (aantal storingen) en beschikbaarheid (duur van storingen) van de brug kan worden verbeterd.

Er zijn 8 verbetermaatregelen voorgesteld, waarvan de kosten zijn geraamd op € 192.000. Van deze 8 maatregelen zijn er ondertussen 2 deels gerealiseerd. Er zijn nog 2 deels openstaande en 6 volledig openstaande verbetermaatregelen. De kosten voor het realiseren van de nog (deels) openstaande verbetermaatregelen worden geraamd op € 186.500.

De reeds (deels) uitgevoerde maatregelen betreffen het vervangen van de slijtlaag en het vervangen van één luik.

De belangrijkste openstaande maatregelen betreffen uitvoering van groot onderhoud aan de gehele brug (€ 70.000) en het vervangen van de E-installatie (€ 75.000):

- Gezien de slechte staat van de conservering van de brug (veel locaties met corrosie) en de slechte balancerings van de brug, wordt geadviseerd om het groot onderhoud op korte termijn (2020) uit te voeren.

- De E-installatie is gedateerd en op termijn zijn de componenten niet meer verkrijgbaar. Geadviseerd wordt om de besturing binnen een periode van 3 jaar volledig te vervangen. Dit ten behoeve van het garanderen van de betrouwbaarheid van de brug, en het verkrijgen van een veilige, CE-gemarkeerde brug.

De hierna volgende belangrijke maatregelen zijn het vervangen van de eindschakelaars en de standenschakelaars. Vervanging van deze schakelaars kan worden gecombineerd met de vervanging van de gehele E-installatie.

Door de in *Bijlage 1: Maatregelen per brug* benoemde verbetermaatregelen te realiseren, kan naar verwachting het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar.

3.5.6 Overige zaken brug

Recente ontwikkeling

- Het risico met betrekking tot het ontbreken van fysieke afschermingen voor voetgangers is onderkend in de in 2018 uitgevoerde RI&E, waarbij dit risico zeer hoog scoorde. Er wordt op dit moment gezocht naar een geschikte oplossing voor deze situatie. Als tijdelijke maatregel zijn kettingen aangebracht;
- De slijtlaag van de brug is in 2017 vervangen en in 2019 hersteld.

3.5.7 Conclusie Gravestenenbrug

Voor 2019 komen de prestaties van de brug overeen met de gestelde eisen. Gezien de onderhoudsstaat van de brug en installaties, dienen echter wel binnen afzienbare tijd maatregelen te worden genomen om de betrouwbaarheid en veiligheid te kunnen garanderen. Hiertoe zijn 8 verbetermaatregelen voorgesteld.

De belangrijkste maatregelen betreffen het uitvoeren van groot onderhoud (vervangen conserveren, afstellen bewegingswerk en verbeteren balans) en het vervangen van de E-installatie, welke sterk verouderd is, waardoor reserveonderdelen op termijn niet meer verkrijgbaar zijn.

Kosten voor het uitvoeren van de nog resterende verbetermaatregelen zijn geraamd op € 186.500.

Naar verwachting kan het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar als alle maatregelen worden toegepast.

3.6 Melkbrug

3.6.1 Algemene gegevens

Kunstwerkcode: BR-069
Hoofdtype: Beweegbare brug, draaibrug
Bouwjaar: Brug 1887 gebouwd, gerenoveerd in 2010
Openingen (2019): 5.096
Wegtype/verkeer: Fietzers, voetgangers
Inspectiejaar: 2019



Figuur 3.6: Aanzicht Melkbrug

3.6.2 Prestatie-eisen

Voor de Melkbrug zijn de volgende betrouwbaarheidseisen gesteld en gerealiseerd met betrekking tot het wegverkeer:

Onderdeel	Eenheid	Eis	Gerealiseerd 2018	Gerealiseerd 2019
Betrouwbaarheid	% per brugopening	98%	Onbekend [†]	99,82% [†]
Maximaal aantal storingen in de bediening	per jaar	26	4*	9*
Maximale responstijd	uur	4	Onbekend [#]	Onbekend [#]
Maximale duur stremming wegverkeer	uur	28	2:30 uur [‡]	Onbekend [‡]

Algemeen

[#] De meldtijd en aankomsttijd monteur worden niet geregistreerd, de responstijd is hierdoor niet te achterhalen.

[‡] In veel gevallen is enkel de begintijd van de storing gegeven. Hierdoor is niet duidelijk wat de duur van de storing en/of stremming is geweest.

Storingen 2018

[†] Teneinde de betrouwbaarheid te kunnen bepalen, dient het aantal brugopening bekend te zijn. Deze informatie is voor 2018 echter niet beschikbaar.

^{*} In de storingsregistratie van 2018 zijn er 4 storingen voor de Melkbrug geregistreerd. Hierbij is echter niet eenduidig gespecificeerd of er een stremming veroorzaakt wordt door een storing.

[‡] De weergegeven 2:30 uur is van een storing waarbij begin- en eindtijd wel geregistreerd zijn.

Storingen 2019

^{*} In 2019 zijn voor de Melkbrug 36 storingen geregistreerd. Van de 36 storingen hebben 9 geresulteerd in een stremming voor het wegverkeer en geen in stremming voor het scheepvaartverkeer.

[†] Op basis van 9 geregistreeerde stremming voor het wegverkeer en 5.096 openingen, wordt een betrouwbaarheid van $(5.096 - 9) / 5.096 = 99,82\%$ gerealiseerd.

3.6.3 Verrichte werkzaamheden

Voor de Melkbrug zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Bureaustudie storingsanalyse;
- Interviews:
 - Gemeente Haarlem: Startoverleg (16 april 2019);
 - Gemeente Haarlem: Functies en prestatie-eisen (9 mei 2019);
 - Strukton Worksphere: service monteur (9 mei 2018);
- Inspectie (9 mei 2019);
- Analyse storingsoorzaken;
- Advies verbetermaatregelen.

3.6.4 Analyse

De resultaten van deze werkzaamheden zijn beschreven (Onderzoeksrapportage Melkbrug., 2019c). De belangrijkste resultaten zijn hieronder vermeld.

Bij hoge temperaturen kan de brug bekneld raken bij het landhoofd.

In de huidige situatie zijn de volgende mogelijke kritische factoren aanwezig die storingen kunnen geven:

- Falen van de opdrukinrichting, doordat opdrukrollen niet meedraaien en de weerstand te groot wordt;
- Falen bewegingswerk, vanwege de afgevlakte pennen van het pennenwiel zullen andere componenten in het bewegingswerk versneld slijten;
- Lek in het hydraulisch systeem door slechte slangen waardoor de opzetinrichting niet meer kan werken.

Verder blijkt uit de storingsregistratie van 2019 dat vrijwel alle storingen betrekking hebben op het spontaan activeren van de lampen en/of bellen van de landverkeersseinen en afsluitbomen.

3.6.5 Voorgestelde verbetermaatregelen

In *Bijlage 1: Maatregelen per brug* zijn diverse herstel- en verbetermaatregelen opgenomen, waarmee de betrouwbaarheid (aantal storingen) en beschikbaarheid (duur van storingen) van de brug kan worden verbeterd.

Er zijn 5 verbetermaatregelen voorgesteld, waarvan de kosten zijn geraamd op € 19.250. Vooralsnog is geen van deze maatregelen uitgevoerd.

Het maatgevende probleem is de verminderde standdetectie van het brugdek door de standenschakelaars, deze zijn ernstig aangetast door uitwerpselen. De standenschakelaars dienen op zeer korte termijn (2020) te worden vervangen.

Ook moeten de afgevlakte pennen van het pennenwiel worden vervangen, waarbij de overige aandrijfcomponenten gecontroleerd dienen te worden op speling.

In aanvulling op de eerder voorgestelde verbetermaatregelen dient tevens te worden onderzocht welke werkzaamheden en aanpassingen noodzakelijk zijn om de brug CE gemarkeerd te krijgen. De kosten hiervoor worden geraamd op € 6.000.

Door de in *Bijlage 1: Maatregelen per brug* benoemde verbetermaatregelen te realiseren, kan naar verwachting het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar.

3.6.6 Overige zaken brug

Recente ontwikkeling

- De motorreductor is een aantal jaar geleden vervangen;
- Het vervangen van de slijtlaag is ingepland;
- Uit de storingsregistratie van 2019 blijkt dat vrijwel alle storingen betrekking hebben op het spontaan activeren van de lampen en/of bellen van de landverkeersseinen en afsluitbomen.

3.6.7 Conclusie Melkbrug

Voor 2019 lijken de prestaties van de brug te voldoen aan de gestelde eisen. Teneinde het aantal storingen verder te reduceren en de betrouwbaarheid van de brug ook in de toekomst te kunnen garanderen zijn 6 verbetermaatregelen voorgesteld.

Een maatgevend probleem is de aantasting van de standenschakelaars door uitwerpselen. Deze schakelaars dienen vervangen te worden. Hiernaast dienen nieuwe pennen en een tandwiel geïnstalleerd te worden. Ook dient onderzocht te worden welke maatregelen genomen dienen te worden om de brug een CE gemarkeerd te krijgen.

De kosten voor het uitvoeren van de verbetermaatregelen zijn geraamd op € 25.250.

Naar verwachting kan het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar als alle maatregelen worden toegepast.

3.7 Langebrug

3.7.1 Algemene gegevens

Kunstwerkcode: BR-070
Hoofdtype: Beweegbare brug,
Ophaalbrug
Bouwjaar: 1995
Openingen (2019): 4.587
Wegtype: GOW, twee rijstroken en
fietspad
Verkeer: Auto's, fietsers,
voetgangers, HOV,
hulpdiensten
Inspectiejaar: 2019



Figuur 3.7: Aanzicht Langebrug

3.7.2 Prestatie-eisen

Voor de Langebrug zijn de volgende betrouwbaarheidseisen gesteld en gerealiseerd met betrekking tot het wegverkeer:

Onderdeel	Eenheid	Eis	Gerealiseerd 2018	Gerealiseerd 2019
Betrouwbaarheid	% per brugopening	99%	Onbekend [†]	99,87% [†]
Maximaal aantal storingen in de bediening	per jaar	13	2*	6*
Maximale responstijd	uur	0,5	Onbekend [#]	Onbekend [#]
Maximale duur stremming wegverkeer	uur	1,5	Onbekend [‡]	Onbekend [‡]

Algemeen

[#] De meldtijd en aankomsttijd monteur worden niet geregistreerd, de responstijd is hierdoor niet te achterhalen.

[‡] In veel gevallen is enkel de begintijd van de storing gegeven. Hierdoor is niet duidelijk wat de duur van de storing en/of stremming is geweest.

Storingen 2018

[†] Teneinde de betrouwbaarheid te kunnen bepalen, dient het aantal brugopeningens bekend te zijn. Deze informatie is voor 2018 echter niet beschikbaar.

* In de storingsregistratie van 2018 zijn er 2 storingen voor de Langebrug geregistreerd. Hierbij is echter niet eenduidig gespecificeerd of er een stremming veroorzaakt wordt door een storing.

Storingen 2019

* In 2019 zijn voor de Langebrug 10 storingen geregistreerd. Van de 10 storingen hebben 6 geresulteerd in een stremming voor het wegverkeer en 2 in een stremming voor het scheepvaartverkeer.

[†] Op basis van 6 geregistreeerde stremmingen voor het wegverkeer en 4.587 openingen, wordt een betrouwbaarheid van $(4.587 - 6) / 4.587 = 99,87\%$ gerealiseerd.

3.7.3 Verrichte werkzaamheden

Voor de Langebrug zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Bureaustudie storingsanalyse;
- Interviews:
 - Gemeente Haarlem: Startoverleg (16 april 2019);
 - Gemeente Haarlem: Functies en prestatie-eisen (25 april 2019);
 - Strukton Worksphere: service monteur (25 april 2018);
- Inspectie (25 april 2019);
- Analyse storingsoorzaken;
- Advies verbetermaatregelen.

3.7.4 Analyse

De resultaten van deze werkzaamheden zijn beschreven in (Onderzoeksrapportage Langebrug, 2019d). De belangrijkste resultaten zijn hieronder vermeld.

In de huidige situatie zijn de volgende mogelijke kritische factoren aanwezig die storingen kunnen geven:

- Vastlopen lager, door de afwezigheid van de smerleiding is het lastig om het smeerpunt te bereiken. Als de lagers niet worden gesmeerd veroorzaken deze meer wrijving dan normaal. Dit kan, naast ernstige slijtage aan het lager zelf, ook zorgen voor overbelasting van andere mechanische componenten te denken aan ongelijke belasting, grotere krachten op hangstangen, hogere hydraulische systeemdruk.
Hetgeen leidt tot extra slijtage en een grotere kans op storingen.
- Vanwege beschadigde manchetten en/of zuigerstangen kan de vergrendelingsrichting niet meer dicht of open gaan. De beschadigingen aan de zuigerstang en manchetten zijn eveneens te wijten aan de uitwerpselen van de vogels.
- Functieverlies door verouderde E-installatie en slechte detectie van de geërodeerde standenschakelaars.

3.7.5 Voorgestelde verbetermaatregelen

In *Bijlage 1: Maatregelen per brug* zijn diverse herstel- en verbetermaatregelen opgenomen, waarmee de betrouwbaarheid (aantal storingen) en beschikbaarheid (duur van storingen) van de brug kan worden verbeterd.

Er zijn 13 verbetermaatregelen voorgesteld, waarvan de kosten zijn geraamd tussen de € 164.950 en € 214.950.

Van deze 13 maatregelen is er ondertussen 1 uitgevoerd (herstel schade leuningwerk). De overige 12 maatregelen staan nog allemaal open. De kosten voor het realiseren van de nog openstaande verbetermaatregelen worden geraamd tussen de € 161.950 en € 211.950.

Het grootste deel van de kosten omvat het vervangen van de E-installatie. De E-installatie is gedateerd en op termijn zijn de componenten niet meer verkrijgbaar. Geadviseerd wordt om de besturing binnen een periode van 3 jaar volledig te vervangen. Dit ten behoeve van het garanderen van de betrouwbaarheid van de brug, en het verkrijgen van een veilige, CE-gemarkeerde brug. Vervanging van de naderingsschakelaars, sensoren en spileindschakelaars kan met deze werkzaamheden worden gecombineerd.

De hierna volgende belangrijke maatregel is het opnieuw conserveren van het leuningwerk, de afsluitboomkasten en het val.

Door de in *Bijlage 1: Maatregelen per brug* benoemde verbetermaatregelen te realiseren, kan naar verwachting het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar.

3.7.6 Overige zaken brug

Optimalisatie rijstroken en afsluitbomen

De gemeente heeft aangegeven dat de huidige situatie niet veilig genoeg is:

Er zijn nu 4 afsluitbomen, bij een dergelijke brug als de Langebrug is het veiliger om het langzaam verkeer apart te kunnen afsluiten. Hiervoor zouden de huidige afsluitbomen aangepast moeten worden en 4 extra afsluitbomen voor het langzaam verkeer bijgeplaatst moeten worden. Ook is het mogelijk de situatie te optimaliseren door het bijplaatsen van extra signaleringen om langzaam verkeer tijdig te kunnen waarschuwen voor het sluiten van de afsluitbomen.

Om de situatie te verbeteren, is het bijplaatsen van 2 extra afsluitbomen in plaats van 4 voldoende, er zijn echter onvoldoende plaatsingsmogelijkheden hiervoor in de huidige wegindeling. De afscheiding tussen het fietspad en de weg zou verbreed moeten worden hiervoor.

De optimalisatie van deze situatie zal vanuit de RIE worden onderzocht.

Recente ontwikkeling

Geen bijzonderheden.

3.7.7 Conclusie Langebrug

Voor 2019 lijken de prestaties van de brug te voldoen aan de gestelde eisen. Teneinde het aantal storingen verder te reduceren en de betrouwbaarheid van de brug ook in de toekomst te kunnen garanderen zijn 13 verbetermaatregelen voorgesteld.

De belangrijkste maatregel betreft het vervangen van de E-installatie, welke verouderd is, waardoor reserveonderdelen op termijn niet meer verkrijgbaar zijn. Daarnaast dient ook de conservering van diverse onderdelen te worden hersteld.

De kosten voor het uitvoeren van de verbetermaatregelen zijn geraamd tussen de € 161.950 en € 211.950.

Naar verwachting kan het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar als alle maatregelen worden toegepast.

3.8 Schouwbroekerbrug

3.8.1 Algemene gegevens

Kunstwerkcode: BR-072
Hoofdtype: Beweegbare brug,
ophaalbrug
Bouwjaar: 1972
Openingen (2019): 4.975
Wegtype: GOW, met fietsstroken
Verkeer: Auto's, fietsers,
voetgangers
Inspectiejaar: 2018



Figuur 3.8: Aanzicht Schouwbroekerbrug

3.8.2 Prestatie-eisen

Voor de Schouwbroekerbrug zijn de volgende betrouwbaarheidseisen gesteld en gerealiseerd met betrekking tot het wegverkeer:

Onderdeel	Eenheid	Eis	Gerealiseerd 2018	Gerealiseerd 2019
Betrouwbaarheid	% per brugopening	99%	Onbekend [†]	100,00% [†]
Maximaal aantal storingen in de bediening	per jaar	13	4*	0*
Maximale responstijd	uur	0,5	Onbekend [#]	Onbekend [#]
Maximale duur stremming wegverkeer	uur	1	4:25 uur [‡]	Onbekend [‡]

Algemeen

[#] De meldtijd en aankomsttijd monteur worden niet geregistreerd, de responstijd is hierdoor niet te achterhalen.

[‡] In veel gevallen is enkel de begintijd van de storing gegeven. Hierdoor is niet duidelijk wat de duur van de storing en/of stremming is geweest.

Storingen 2018

[†] Teneinde de betrouwbaarheid te kunnen bepalen, dient het aantal brugopeningens bekend te zijn. Deze informatie is voor 2018 echter niet beschikbaar.

* In de storingsregistratie van 2018 zijn er 5 storingen voor de Schouwbroekerbrug geregistreerd. Hierbij is echter niet eenduidig gespecificeerd of er een stremming veroorzaakt wordt door een storing.

[‡] De weergegeven 4:25 uur is van een storing waarbij begin- en eindtijd wel geregistreerd zijn.

Storingen 2019

* In 2019 zijn voor de Schouwbroekerbrug 8 storingen geregistreerd. Van de 8 storingen hebben geen geresulteerd in een stremming voor het wegverkeer en 3 in een stremming voor het scheepvaartverkeer.

[†] Op basis van 0 geregistreerde stremmingen voor het wegverkeer, wordt een betrouwbaarheid van 100% gerealiseerd.

3.8.3 Verrichte werkzaamheden

Voor de Schouwbroekerbrug zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Bureaustudie storingsanalyse;
- Interviews:
 - Gemeente Haarlem: Functies en prestatie-eisen (20 september 2018);
 - Strukton Worksphere: service monteur (25 september 2018);
- Inspectie (25 september 2018);
- Analyse storingsoorzaken;
- Advies verbetermaatregelen.

3.8.4 Analyse

De resultaten van deze werkzaamheden zijn beschreven in (Onderzoeksrapportage Schouwbroekerbrug, 2018b). De belangrijkste resultaten zijn hieronder vermeld.

In de huidige situatie zijn de volgende mogelijke kritische factoren aanwezig die storingen kunnen geven:

- Detectie grendel actief.
Bij niet juist detecteren staat de brug in storing en wordt het correct doorlopen van het brugproces geblokkeerd. De eindschakelaar van de grendels alsmede de directe omgeving van de grendels en de grendelmotor vertoont ernstige corrosie.
Mogelijk gevolg: Slagbomen blijven omlaag staan, brug raakt gestremd voor wegverkeer.
- Globaal zijn de volgende belangrijkste standenschakelaars aanwezig: brug voor op, geheel op, voor neer, geheel neer, Nood eind op en Nood neer, eindschakelaars van het opzetwerk alsmede de koppeling met de standenschakelaars van de afsluitbomen.
Uit de analyse van de storingsregistratie blijkt dat een groot aantal storingen verband houden met het niet altijd goed functioneren van deze schakelaars. De eindschakelaars/sensoren/spileindschakelaar zien er op het oog goed uit. Mogelijk is de spileindschakelaar verouderd en vind er geen juiste detectie plaats door het niet goed schakelen van de standenschakelaars vanuit de mechanische delen.

Koppeling met VRI

Uit informatie van gemeente en SWS blijkt dat bij de Schouwbroekerbrug ook 'regelmatig' problemen ontstaan door de interactie met de naastgelegen VRI. Storingen in de besturing van de VRI, of het 'uit' staan van de VRI kan resulteren in 'onduidelijke' storingen in de brugbediening. Deze storingen zijn in het algemeen niet snel opgelost, omdat de monteur van de brug na aankomst op locatie moet gaan bellen met de monteur voor de VRI.

In 2019 is de Europaweg opnieuw ingericht, waarbij de koppeling van de VRI (kruising Engeland-laan) met de brug is verwijderd. De besturing van de brug heeft vermoedelijk geen koppeling met de VRI bij de John Wagenaarlaan, alhoewel dit niet geheel zeker is.

3.8.5 Voorgestelde verbetermaatregelen

In *Bijlage 1: Maatregelen per brug* zijn diverse herstel- en verbetermaatregelen opgenomen, waarmee de betrouwbaarheid (aantal storingen) en beschikbaarheid (duur van storingen) van de brug kan worden verbeterd.

Er zijn 6 verbetermaatregelen voorgesteld, waarvan de kosten zijn geraamd op € 91.000. Van deze 6 maatregelen is 1 maatregel komen te vervallen. De overige 5 maatregelen staan nog allemaal open. De kosten voor het realiseren van de nog openstaande verbetermaatregelen worden geraamd op € 91.000.

Voor het grootste deel bestaan de kosten uit het uitvoeren van groot onderhoud aan de stalen delen en onderdelen van het bewegingswerk. Geadviseerd wordt om deze werkzaamheden op korte termijn (2021) uit te voeren.

De hierna volgende belangrijke maatregelen zijn het controleren en (eventueel) vervangen van de eindschakelaars en de standenschakelaars.

Door de in *Bijlage 1: Maatregelen per brug* benoemde verbetermaatregelen te realiseren, kan naar verwachting het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar.

3.8.6 Overige zaken brug

Recente ontwikkeling

- De oplegpunten zullen binnenkort worden vervangen;
- De camera positionering op de brug zal in 2019 worden aangepast;
- De Europaweg is recentelijk nieuw ingericht. De koppeling tussen de brug en de VRI is hierbij verwijderd.

3.8.7 Conclusie Schouwbroekerbrug

Voor 2019 lijken de prestaties van de brug te voldoen aan de gestelde eisen. Teneinde de betrouwbaarheid van de brug ook in de toekomst te kunnen garanderen zijn 6 verbetermaatregelen voorgesteld.

De belangrijkste maatregel betreft het uitvoeren van groot onderhoud aan de staalconstructie en het bewegingswerk. Daarnaast dient ook de werking van de eindschakelaars en standen-schakelaars te worden gecontroleerd en indien nodig te worden vervangen.

De kosten voor het uitvoeren van de verbetermaatregelen zijn geraamd op € 91.000.

Naar verwachting kan het aantal urgente storingen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar als alle maatregelen worden toegepast.

4 Analyse resultaten

4.1 Betrouwbaarheid bruggen

De Schoterbrug, Waarderbrug en de Prinsenbrug zijn het meest storingsgevoelig van de 8 onderzochte bruggen. De Gravestenenbrug en Langebrug zijn het minst storingsgevoelig.

4.1.1 Dominante faaloorzaken

Een storingsoorzaak die voorkomt bij meerdere bruggen zijn de eindschakelaars en de standenschakelaars. Deze schakelaars registreren niet goed of een brug volledig is gesloten of geopend. Zonder deze registratie kan de brugbewegingscyclus niet verder worden uitgevoerd, waardoor deze niet kan worden gesloten, of dat de brug niet kan worden vrijgegeven voor landverkeer. De slagbomen gaan dan niet open.

De oorzaak van defecte schakelaars is in het merendeel van de gevallen verontreiniging zoals uitwerpselen van vogels. Daarnaast zijn diverse eindschakelaars ook zo geplaatst dat deze bloot staan aan klimatologische invloeden, wat betekent dat het functioneren wordt beïnvloed door regen, vorst en wind.

Ook in de rest van Nederland komen bij soortgelijke bruggen storingen door standenschakelaars vaak voor; dit is een herkenbaar probleem.

In de afsluitboomkasten zijn ook diverse schakelaars opgenomen, waarmee de positie van de afsluitboom wordt bepaald. Het niet goed functioneren van deze schakelaars kan er in resulteren dat de afsluitbomen niet kunnen worden geopend of gesloten, of dat het openen van de brug wordt geblokkeerd (omdat het systeem niet met zekerheid kan vaststellen dat alle afsluitbomen ook daadwerkelijk zijn gesloten).

VRI installaties naast de bruggen zijn een andere storingsoorzaak bij meerdere bruggen in Haarlem. Wanneer de VRI een storing heeft of 'uit' staat levert dit onduidelijke storingen op in de besturing van de naastgelegen brug.

Bij soortgelijke bruggen in de rest van Nederland komen dit type storingen minder vaak voor.

4.1.2 Basisoorzaken

Alhoewel er diverse (specifieke) oorzaken kunnen worden aangewezen voor de vele storingen die zich bij diverse bruggen voordoen, kan de daadwerkelijke oorzaak in veel gevallen worden herleid tot ouderdom van componenten en/of de installatie, vervuiling of fouten in het ontwerp.

Ouderdom componenten/installaties

Bij veel van de bruggen is geconstateerd dat componenten en/of gehele installaties sterk zijn verouderd. Ofschoon verouderde installaties vaak nog goed functioneren, is het voor een betrouwbare installatie wel van belang dat deze regelmatig wordt vervangen.

Uit de diverse interviews is gebleken dat in het verleden de installaties echter in zeer beperkte mate zijn onderhouden of vervangen. Ook inspecties om de werking en staat van onderhoud vast te stellen werden amper tot niet uitgevoerd.

De belangrijkste aanwijsbare oorzaak hiervoor is dat in het verleden (al dan niet bewust) gekozen is voor een correctieve onderhoudsstrategie, waarbij maatregelen werden genomen, op het

moment dat storingen zich voordeden. Waarschijnlijk was het een belangrijke drijfveer dat dit (op de korte termijn) aanzienlijke scheelt in kosten.

Zoals nu is te zien, resulteert deze strategie op de langere termijn echter in meer storingen en kan de gewenste betrouwbaarheid niet meer worden gerealiseerd/gegarandeerd.

Een ander probleem dat hierdoor is ontstaan, is dat op dit moment er meerdere installaties zijn verouderd en aan vervanging toe zijn. Dit resulteert niet alleen in een aanzienlijke piek in de kosten, maar legt ook een aanzienlijke druk op de uitvoering en fasering van de werkzaamheden.

Vervuiling

In diverse gevallen is geconstateerd dat storingen worden veroorzaakt door vervuiling of aantasting van onderdelen. Ook hiervoor kan de correctieve onderhoudsstrategie als basisoorzaak worden aangewezen, waarbij weinig tot geen preventief onderhoud (zoals reinigen) werd uitgevoerd.

Overigens zijn op dit vlak in de afgelopen paar jaar wel de nodige stappen gezet, maar is het nog niet gelukt om dit op het gewenste niveau te krijgen. Het hiertoe benodigde budget is niet toereikend gebleken en moet voor een groot deel worden ingezet voor het herstel van storingen.

Ontwerpfouten

Een derde belangrijke bron van storingen komt voort vanuit ontwerpfouten. Een duidelijk voorbeeld hiervan zijn de vele storingen in de standschakelaars, welke deels worden veroorzaakt doordat deze zijn geplaatst op locaties waar ze aanzienlijk worden blootgesteld aan klimatologische invloeden.

In veel gevallen zijn dergelijke problemen het gevolg van een gebrek aan aandacht voor de betrouwbaarheid en onderhoudbaarheid gedurende ontwerp en uitvoering. Door het onderhoud te betrekken in de ontwerp- en uitvoeringsfase kunnen dergelijke problemen worden gereduceerd.

Een duidelijk voorbeeld hiervan is de plaatsing van de scheepvaartseinen bij de Schoterbrug. Om de lampen in deze seinen te vervangen is een laagwerker vereist om er goed bij te kunnen. Dit probleem had kunnen worden voorkomen in de realisatiefase door deze seinen te monteren op omklapbare beugels, of een railsysteem, waardoor ze makkelijk omhoog gehaald kunnen worden. Vanuit kostenoverwegingen is hier in de realisatiefase van afgezien, wat nu resulteert in aanzienlijk verhoogde kosten voor herstel.

4.1.3 Structurele verbetering

Ofschoon door het realiseren van de in deze rapportage (en de daaronder liggende rapporten) voorgestelde verbetermaatregelen de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de bruggen weer in lijn kan worden gebracht met de daaraan gestelde eisen, is dit voor de langere termijn nog niet het geval.

Van correctief naar preventief onderhoud

Om op langere termijn de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de beweegbare bruggen te verbeteren, dient op een andere manier gewerkt te worden en dient een stap te worden gemaakt van de huidige correctieve onderhoudsstrategie, naar een preventieve onderhoudsstrategie.

Onderdeel van een preventieve onderhoudsstrategie is het regelmatig reinigen van de bruggen en installaties, het jaarlijks uitvoeren van inspecties en het (voor)tijdig vervangen van verouderde componenten en installaties.

Het hanteren van een preventieve onderhoudsstrategie zal uiteindelijk wel meer geld kosten, maar zal de veiligheid en betrouwbaarheid van de bruggen zeker ten goede komen. Daarnaast kunnen verschillende werkzaamheden beter en structureler worden gespreid, wat in 'vlakke' onderhoudskosten en een lagere belasting van het ambtelijk apparaat resulteert.

Tevens is het op deze wijze veel beter mogelijk om de kwaliteit en onderhoudsstaat van de bruggen te monitoren en onderhoudscycli te optimaliseren conform de Plan-Do-Check-Act filosofie.

Opstellen MeerJarenOnderhoudsPlanning

Een eerste belangrijke stap hierin is het opstellen van een MeerJarenOnderhoudsPlanning (MJOP), waarin alle onderhouds- en vervangingswerkzaamheden voor de verschillende bruggen zijn opgenomen, voor tenminste de komende 10 jaar. Om het effect op de kosten van verschillende onderhoudscycli echt goed inzichtelijk te maken, zal zo'n 25 tot 30 jaar in de toekomst geprogrammeerd moeten worden.

Aan de hand van een gevuld MJOP, waarin de verschillende vervangingen zijn opgenomen, kan een programmering worden opgesteld voor de te nemen maatregelen op korte termijn (1 tot 3 jaar) en de daarmee gepaard gaande kosten. Tevens wordt inzicht verkregen in de onderhoudskosten op lange termijn, waarmee een basis wordt gelegd voor de te maken keuzes en het aanvragen van voldoende budget.

Verder ondersteunt het MJOP in het inplannen van de verschillende vervangingen, teneinde enige spreiding in de werkzaamheden te krijgen. Hiermee wordt voorkomen dat er teveel werkzaamheden gelijktijdig moeten worden uitgevoerd, wat resulteert in een kostenpiek, alsmede een (tijdelijk) zware belasting op het ambtelijk apparaat.

Op basis van het MJOP dient een inspectieplanning te worden opgesteld, waarin alle inspectietaken worden benoemd. Dit inspectieplan dient er in te voorzien dat alle geprogrammeerde, te vervangen onderdelen 3 jaar voor vervanging worden geïnspecteerd/onderzocht, teneinde te verifiëren of de geprogrammeerde vervanging ook daadwerkelijk gerealiseerd moet worden. Indien uit inspectie blijkt dat vervanging binnen een periode van 3 jaar niet noodzakelijk is, dan kan de vervanging verder in de tijd worden geprogrammeerd.

Onderhoudbaarheid in ontwerp

Verder is het ook van belang dat onderhoudbaarheid een belangrijk onderwerp wordt bij de vervanging van installaties, of realisatie van nieuwe bruggen. Door hier in de realisatiefase al aandacht aan te besteden, kan een veelvoud aan kosten worden bespaard gedurende de operationele fase.

4.2 Prestatie-eisen

Haalbaarheid eisen

De vanuit het contract gestelde prestatie-eisen aan de bruggen zijn realistisch en haalbaar, wat blijkt uit de behaalde betrouwbaarheid van de bruggen in 2019. Het versoepelen van de eisen lijkt voorsnog dan ook niet nodig. Daarbij geldt dat minder strenge eisen zouden kunnen leiden tot een minder betrouwbaar areaal, aangezien de eisen leidend zijn voor de mate van onderhoud. Strengere prestatie-eisen verhogen de onderhoudskosten juist. Aan hoge prestatie-eisen kan alleen voldaan worden door kostbare maatregelen zoals redundante systemen.

Indien de in deze rapportage (en de daaronder liggende rapporten) benoemde verbetermaatregelen worden gerealiseerd, kan naar verwachting het aantal urgente storingen voor elk van de bruggen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar.

Aandachtspunten voor volgende prestatiecontracten

Als reeds eerder aangegeven in paragraaf 2.5 zouden er ten opzichte van het huidige prestatiecontract een aantal extra prestatie-eisen moeten worden toegevoegd, om beter te kunnen sturen op het herstel van storingen.

Als eerder gesteld, focust het prestatiecontract (Gemeente Haarlem, 2015) zich qua beschikbaarheid, op het zo snel mogelijk (weer) beschikbaar maken van de brug voor het wegverkeer. Er zijn daarbij geen eisen gesteld aan de beschikbaarheid van de bruggen voor het vaarwegverkeer.⁴ Onduidelijk is ook of een storing, die resulteert in het niet kunnen openen van de brug voor scheepvaart, maar die geen hinder geeft voor het wegverkeer, uiteindelijk ook daadwerkelijk als storing meetelt.

Tevens volgt vanuit het huidige contract dat zodra de brug in gesloten toestand is gebracht en weer is vrijgegeven voor het landverkeer, is voldaan aan de eisen. Het daadwerkelijk herstel van de storing, zodat de brug weer beschikbaar is voor de scheepvaart maakt hier geen deel van uit. Daarnaast wordt ook geen onderscheid gemaakt tussen functioneel herstel (brug weer bruikbaar voor wegverkeer) en technisch herstel (storing is volledig verholpen en eventuele gefaalde componenten zijn vervangen), met als gevolg dat er contractueel gezien geen eisen zijn gesteld aan de tijd dat een storingen volledig moet zijn hersteld.

Voorgesteld wordt om bij het opstellen van een nieuw prestatiecontract, eisen te stellen aan:

- Maximaal aantal storingen, resulterend in stremming wegverkeer;
- Maximaal aantal storingen, resulterend in stremming vaarwegverkeer;
- Aanrijdtijd;
- Maximale functionele hersteltijd om brug weer beschikbaar te maken voor het wegverkeer;
- Maximale functionele hersteltijd om brug weer te maken voor het vaarwegverkeer;
- Maximale technische hersteltijd.

De technische hersteltijd kan (indien gewenst) worden onderverdeeld in verschillende klassen, zoals:

- Urgent: Gefaalde component resulteert direct in het niet meer kunnen bedienen van de brug;
- Semi-urgent: Een deel van een redundant uitgevoerd systeem functioneert niet meer, er zijn gebreken geconstateerd die duiden op aankomend falen van een onderdeel, of een belangrijk ondersteunend (maar niet-kritisch) systeem functioneert niet meer. Herstel op korte termijn is noodzakelijk om de kans te reduceren dat volledig functieverlies optreedt, of om te voorkomen dat een ongewenste situatie langdurig in stand wordt gehouden (een goed voorbeeld hiervan is het falen van een scheepvaartsein);
- Niet-urgent: Een niet-kritisch systeem functioneert niet meer, er zijn gebreken geconstateerd aan componenten, die niet bijdragen aan het vervullen van één van de primaire functies van de brug of er zijn gebreken geconstateerd aan componenten die nog in een beginstadium zijn en de functionaliteit van de brug niet op korte termijn in gevaar brengen.

⁴ Vermeld dient te worden dat sinds 2019 ook gestuurd wordt op de beschikbaarheid van de brug voor het scheepvaartverkeer.

Voor de bovenstaande categorieën kunnen vervolgens verschillende hersteltijden worden geëist. Bijvoorbeeld 4 uur voor urgente storingen, 48 uur voor semi-urgente storingen en 1 week voor niet-urgente storingen.

Om te kunnen voldoen aan deze eisen, zal het noodzakelijk zijn om voor diverse componenten reserveonderdelen op voorraad te houden. Dit zal in beginsel dan ook in hogere kosten resulteren. Gezien het feit dat de bruggen op verschillende wijzen zijn uitgevoerd, is het voorts nog de vraag in welke mate reserveonderdelen dan inzetbaar zijn voor elk van bruggen, of dat voor elke brug aparte reserveonderdelen moeten worden voorzien.

Toelichting beschikbaarheid

Indien eisen in de vorm van beschikbaarheid worden gesteld, dan kan er voor worden gekozen om deze eisen te stellen als combinatie van een maximaal aantal storingen en een maximale hersteltijd (bijv. 99,8% [$\approx 17,5$ uur stremming]) als 7 storingen met een hersteltijd van 2,5 uur), of enkel als percentage.

In het laatste geval worden er geen eisen gesteld aan het maximaal aantal storingen en de hersteltijd en wordt er enkel op gestuurd dat de genoemde functie niet meer dan 17,5 uur per jaar niet-beschikbaar is. Dit kan zijn door veel storingen met een korte hersteltijd, of een klein aantal storingen met een lange hersteltijd; het resultaat is hetzelfde.

Voor de beschikbaarheid geldt dat het geëiste percentage een fractie van de tijd bedraagt. Een beschikbaarheid van 99,8%, betekent dat de brug $8.760^5 \times (1 - 0,998) = 17,5$ uur is gestremd voor de betreffende functie.

Indien de eisen voor bijvoorbeeld de Schoterbrug (maximaal 13 storingen, met hersteltijd van maximaal 1 uur) worden omgezet in een beschikbaarheidseis, dan zou deze $(8.760 - 13 \times 1) / 8.760 = 99,85\%$ bedragen. De Gravestenenbrug daarentegen (maximaal 26 storingen, met hersteltijd van maximaal 24 uur) heeft een vereiste beschikbaarheid van slechts 91,69% voor het wegverkeer (dit komt overeen met circa 4 weken per jaar).

Voor wat betreft de te stellen eisen aan de beschikbaarheid van een brug voor wegverkeer en/of scheepvaartverkeer kan niet zondermeer een algemene waarde worden aangehouden. Hierin zijn namelijk diverse factoren, zoals het jaarlijks aantal openingen, de bediende tijd van de brug, de aanwezige redundantie in de aandrijving en besturing, et cetera van toepassing.

Daarnaast dient voor de beschikbaarheid van de brug voor het scheepvaartverkeer ook nog rekening te worden gehouden met het aantal bruggen dat zich in de vaarroute bevindt. Een storing in één brug zal voor de scheepvaart namelijk betekenen dat de gehele vaarroute niet meer beschikbaar is. In de vaarroute over het Spaarne liggen bijvoorbeeld 10 bruggen. Indien de vereiste beschikbaarheid van elk van de bruggen voor het scheepvaartverkeer op 99,6% wordt gesteld, zal dit resulteren in een niet-beschikbaarheid van de vaarroute van $10 \times (1 - 0,996) = 4\%$. Voor de te stellen eisen aan de beschikbaarheid voor het scheepvaartverkeer dient derhalve goed te worden gekeken naar de gewenste beschikbaarheid van de vaarroute, welke vervolgens verdeeld moet worden over de verschillende bruggen.

⁵ Dit betreft het aantal uren in een jaar.

4.3 Te nemen maatregelen

4.3.1 Belangrijkste maatregelen

Vervangen stand- en eindschakelaars

De belangrijkste maatregelen die genomen dienen te worden zijn het vervangen van de standschakelaars en eindschakelaars. Een groot deel van de storingen worden hierdoor veroorzaakt. Aanbevolen wordt om deze schakelaars op een vast interval van 2 jaar te inspecteren, de afstelling te controleren en te reinigen.

Waar mogelijk wordt geadviseerd deze schakelaars aan te brengen op een locatie, waar deze zoveel mogelijk zijn beschermd tegen klimatologische invloeden, alsmede goed bereikbaar zijn voor inspectie en onderhoud.

Daarnaast wordt geadviseerd om voor zover mogelijk hetzelfde type schakelaar te gebruiken. Hierdoor worden storingen makkelijker te diagnosticeren en is vervanging eenvoudiger, omdat de betreffende schakelaar(s) goed als reserveonderdeel kunnen worden aangehouden.

Verhelpen communicatieproblemen met aangrenzende verkeersregelinstallaties (VRI)

Bij meerdere bruggen zijn problemen tussen de VRI en de brugbesturing. Dit kan opgelost worden door het plaatsen van overbruggingsschakelaars op de bedienpost (SCADA/software). Daarnaast verdient het aanbeveling om enig onderzoek in te stellen naar de oorzaak van dit probleem. Gezien het feit dat dit zich bij meerdere bruggen voorkomt, suggereert dat dit een systematische fout is, welke structureel verholpen zou moeten/kunnen worden.

Vervangen elektrische installatie en groot onderhoud staal en aandrijving

Een aantal bruggen hebben een verouderde E-installatie of zijn toe aan groot onderhoud aan de stalen delen en de aandrijving. De maatregelen hiervoor dragen voor een groot deel bij aan de totale kosten voor het op orde brengen van alle bruggen.

4.3.2 Kosten

De totale kosten voor het uitvoeren van alle voorgestelde verbetermaatregelen is geraamd op circa € 935.000 exclusief BTW. Een aantal van deze maatregelen is reeds uitgevoerd en voor de nog resterende verbetermaatregelen bedragen de kosten circa € 810.000. Dit betreft de kosten voor uitvoering van de maatregelen en is exclusief voorbereiding.

Diverse kleinere maatregelen kunnen direct worden gecontracteerd. Aan grotere werkzaamheden, zoals renovatie van stalen delen en aandrijving, of vervanging van E-installaties zijn ook kosten verbonden voor voorbereiding (opstellen contract, aanbesteding) en uitvoering (directievoering en toezicht).

De totale kosten voor deze 'grotere' maatregelen bedraagt circa € 570.000. Bijkomende kosten voor contractering en uitvoeringsbegeleiding worden geraamd op 30% van de uitvoeringskosten en bedragen daarmee circa € 170.000.

Verder dient bij uitvoering (van alle maatregelen) ook nog rekening te worden gehouden met onvoorziene werkzaamheden. Kosten hiervoor worden geraamd op 10% van de uitvoeringskosten en bedragen daarmee circa € 85.000.

Het totaal benodigde budget voor het realiseren van alle nog niet uitgevoerde voorgestelde verbetermaatregelen bedraagt daarmee circa € 1.065.000.

Indien deze verbetermaatregelen worden gerealiseerd, kan naar verwachting het aantal urgente storingen voor elk van de bruggen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar.

4.3.3 Aanvullende maatregelen

Naast het uitvoeren van de genoemde verbetermaatregelen, wordt ook geadviseerd om de bruggen met een hoge regelmaat te reinigen en te inspecteren. Aanbevolen wordt om componenten van de elektrische installatie minstens eenmaal per jaar schoon te maken en visueel te inspecteren. Voor elektrische componenten die zich in de buitenlucht bevinden, of snel vervuilen wordt geadviseerd dit ten minste tweemaal per jaar te doen, of nadat zich extreme weersomstandigheden hebben voorgedaan, zoals extreme hitte, extreme vorst, bliksem of een zware storm.

Voor werktuigbouwkundige componenten wordt geadviseerd om dit 2 á 4 maal per jaar te doen, afhankelijk van de mate van vervuiling.

Bij het uitvoeren van deze preventieve onderhoudswerkzaamheden, is het ook zaak dat alle bevindingen goed worden vastgelegd, alsmede de mate van vervuiling die is aangetroffen. Op basis van deze gegevens kan voor elk van de bruggen worden gezocht naar een passende cyclus voor het reguliere onderhoud (conform de Plan-Do-Check-Act filosofie). Deze cycli dienen te worden vastgelegd in een MeerJarenOnderhoudsPlanning (MJOP), zodat hier actief op kan worden gestuurd.

In de afgelopen jaren is gebleken dat het beschikbare budget voor het dagelijkse onderhoud niet toereikend is, om het gewenste niveau van netheid te behalen, alsmede om op gestructureerde wijze inspecties uit te kunnen voeren. Geadviseerd wordt dan ook om de kosten hiervoor in beeld te brengen en als aparte post op te nemen in het MJOP, teneinde voor een langere termijn te kunnen garanderen dat deze werkzaamheden worden uitgevoerd. Hierdoor wordt ook voorkomen dat het beschikbare budget wordt ingezet voor uitvoering van correctief onderhoud, maar daadwerkelijk in preventief onderhoud wordt geïnvesteerd.

4.4 Overige zaken

Kwaliteit storingsregistratie

Ofschoon de storingsregistratie over de afgelopen jaren sterk is verbeterd, ontbreekt het nog aan de benodigde informatie om goed te vast te kunnen stellen of aan de gestelde prestatie-eisen uit het contract wordt voldaan.

In de huidige storingsregistratie wordt voor vrijwel alle storingen wel een begintijd benoemd, maar ontbreekt het vaak aan een eindtijd. Hierdoor is niet duidelijk hoe lang herstel van de storing daadwerkelijk heeft geduurd. Ook ontbreken de gegevens om te kunnen bepalen hoe lang de brug gestremd is geweest voor het weg- en/of scheepvaartverkeer.

Voor storingen waar zowel een begin- als eindtijd zijn gegeven, is dit gedaan in dezelfde kolom. Ook zijn de gegevens qua datum en tijd niet op uniforme wijze in de registratie verwerkt. Hierdoor is een extra bewerking nodig om de totale stremmingsduur te bepalen. Daarbij is het overigens ook niet duidelijk met welk herstel voor de eindtijd wordt gerekend.

Verder is ook niet altijd vastgelegd of de storing resulteert in stremming voor het wegverkeer of scheepvaartverkeer, alhoewel deze registratie over de 2^e helft van 2019 wel sterk is verbeterd.

Het wordt sterk geadviseerd om de storingsregistratie op een aantal punten aan te passen. Voor verificatie van de eisen met betrekking tot de beschikbaarheid dient per storing in ieder geval geregistreerd te worden:

- Tijd dat de storing is gemeld;
- Of herstel door de bedienaar zelf kon worden gerealiseerd, of dat een monteur nodig was.
- Tijd dat de monteur ter plaatse is (indien van toepassing);
- Tijd waarop storing met betrekking tot stremming wegverkeer is verholpen, c.q. wegverkeer de brug weer kan passeren (indien van toepassing);
- Tijd waarop storing met betrekking tot stremming scheepvaartverkeer is verholpen, c.q. scheepvaartverkeer de brug weer kan passeren (indien van toepassing);
- Tijd dat het 'gebrek' volledig is opgelost (volledig herstel);

Ten behoeve van analyse van storingen, is het wenselijk dat de volgende informatie (zoveel mogelijk uniform) wordt geregistreerd:

- De storing moet worden toegekend aan een bepaald onderdeel, op basis van een vaste selectielijst, zodat analyse van de storingen goed mogelijk is;
- Duidelijke beschrijving van de storing en de omstandigheden (als gemeld door bedienaar);
- Duidelijke beschrijving van de aangetroffen situatie (door onderhoudsmonteur);
- Beschrijving van oorzaak (en eventueel aanduiding van codering gefaalde component);
- Beschrijving van uitgevoerde actie voor functioneel herstel;
- Beschrijving van uitgevoerde actie voor technisch herstel.

Met behulp van een dergelijke registratie kan beter worden gemonitord of de Betrouwbaarheid en Beschikbaarheid voldoen aan de eisen en verwachtingen van de gemeente en kan beter gestuurd worden op het presteren.

Wat verder ook opvalt uit de storingsregistraties is dat in veel gevallen storingen worden hersteld door het uitvoeren van een reset, of door gebruik te maken van een overbrugging. De daadwerkelijke oorzaak van deze storingen is niet bekend. Om tot structureel herstel van dit soort storingen te komen, is het wel van belang om hier opvolging aan te geven. Aan de hand van de huidige registratie is niet duidelijk of dit al dan niet wordt gedaan.

Geen uitvoering groot onderhoud in winterperiode 2022 - 2023 en 2023 - 2024

Ten aanzien van programmeren en uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden, geldt dat in de winterperiode van 2022-2023 en 2023-2024 de alternatieve vaarroute is gestremd in verband met werkzaamheden aan de Schipholbrug. In deze periode dient scheepvaart gebruik te kunnen maken van de vaarroute via het Spaarne. Dit betekent dan ook dat geen van de beweegbare bruggen kan worden afgesloten voor het vaarwegverkeer, wat betekent dat uitvoering van groot onderhoud in deze periode niet mogelijk is.

Contractering werkzaamheden

Voor 4 van de bruggen wordt aanbevolen om in verband met de leeftijd, de bestaande E-installatie te vervangen. Dit betreft de Prinsenbrug (hefdeel), de Catherijnebrug, de Gravestenenbrug en de Langebrug. Geadviseerd wordt om voor deze werkzaamheden goed te kijken naar de wijze van contractering. Alhoewel de werkzaamheden per brug apart kunnen worden aanbesteed, kunnen er diverse voordelen worden behaald door het bundelen van deze werkzaamheden.

Naast het feit dat de kosten voor voorbereiding en uitvoering hierdoor (vermoedelijk) lager uitvallen, kan dit ook resulteren in meer standaardisatie van de bediening en besturing van de verschillende bruggen. Ook zal het werken met één partij een positief effect hebben op de planning en fasering van de werkzaamheden.

Voorspellend onderhoud

Als beschreven in paragraaf 4.1.3 kan een structurele verbetering van de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de bruggen worden behaald door van een correctieve naar een preventieve onderhoudsstrategie over te gaan.

Een nadeel van preventief onderhoud is echter wel dat dit veelal verhogend werkt in de onderhoudskosten, aangezien onderdelen vaak worden vervangen, terwijl deze nog in goede staat verkeren.

Preventieve onderhoudsmaatregelen zijn dan ook niet altijd kosteneffectief. Teneinde te voorkomen dat onderdelen voortijdig worden vervangen, worden steeds meer voorspellende onderhoudstechnieken ontwikkeld en worden deze steeds vaker toegepast.

Door het plaatsen van sensoren, die de conditie van bepaalde onderhoudsgevoelige machine-onderdelen periodiek of continu bewaken, kan lang van tevoren waargenomen worden of een defect zich aan het ontwikkelen is. Hierdoor is voldoende tijd beschikbaar om een gerechtvaardigde maatregel in te plannen en uit te voeren, waarmee op kostenbewuste en optimale wijze invulling aan de KPI's kan worden gegeven.

Het belangrijkste voordeel van voorspellend onderhoud ten opzichte van correctief onderhoud is het voorkomen van onverwachte storingen. Daarnaast, in tegenstelling tot het preventief onderhoud, gaat het voorspellend onderhoud uit van de werkelijke onderhoudsstaat en kwaliteit van de onderdelen en worden onderhoudsmaatregelen niet gebaseerd op een gemiddelde levensduur of op basis van theoretische voorspellingen.

Voorspellend onderhoud verhoogd de betrouwbaarheid, beschikbaarheid en de constructieve veiligheid van de bewegingswerken op een efficiënte manier.

Teneinde voorspellend onderhoud te kunnen realiseren, zijn een database (datacollector) met meetgegevens en een analysemiddel (softwaretool) nodig, waarmee conditieparameters trendmatig met elkaar vergeleken en/of geanalyseerd kunnen worden. Hierbij kan mogelijk gebruik gemaakt worden van de huidige communicatieapparatuur. Daarmee zijn de benodigde (eenmalige) investeringskosten relatief laag, waardoor de terugverdienperiode vrij kort kan zijn.

Voor roterende machines, zoals de aandrijving van een beweegbare brug, is trilling de belangrijkste conditieparameter. Hiermee kan een zich ontwikkelend probleem gedetecteerd worden, alvorens dit tot schade leidt. Het verhelpen van een vroegtijdig waargenomen fout is goedkoper, beter in te plannen en voorkomt onverwachte storingen. Naast monitoring van elektromotoren, kunnen ook andere machineonderdelen, zoals lagers, koppelingen en tandwielkasten op deze wijze worden gemonitord.

Een verdere ontwikkeling bij het voorspellend onderhoud is dat de meetdata op een externe dataservert opgeslagen wordt. (Met behulp van) een softwaretool kan de data op afstand geanalyseerd en ingezien worden. Daarnaast bestaat tegenwoordig de mogelijkheid om de meetgegevens intelligent op te nemen, wat betekent dat trends in de meetgegevens ontdekt worden als veranderende bedrijfsomstandigheden zich voordoen. Hierop kunnen de onderhoudsschema's aangepast en geoptimaliseerd worden.

Door toepassing van voorspellend onderhoud door middel van machine conditie bewaking kunnen bestaande relatief oude installaties verantwoord in stand gehouden worden. Slijtage, vermoeiing, onbalans en dergelijke van machineonderdelen worden daarbij gemonitord, wat

uiteindelijk ten gunste komt van de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de beweegbare bruggen.

Van belang is dat met voorspellend onderhoud ook sterkte-technisch gezien de algehele constructieve veiligheid van de beweegbare bruggen met bijbehorende bewegingswerken gewaarborgd worden. Door gebruik te maken van maximale en minimale waarden (interventiewaarden) voor bepaalde parameters, zoals optredende belastingen in de aandrijflijn, kan ingegrepen worden op het moment dat vooraf gedefinieerde grenswaarden worden overschreden. Dit laatste zou het incident met de verbogen heugelstang van de Waarderbrug kunnen hebben voorkomen.

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusie

Dominante faaloorzaken

De belangrijkste bron voor storingen zijn de standschakelaars en eindschakelaars, waarmee de positie van het brugdek wordt bepaald. Deze zijn veelal verouderd, of functioneren niet goed door vervuiling of aantasting door klimatologische invloeden (regen, vorst, wind). Deze dienen bij het merendeel van de bruggen vervangen te worden. Aangeraden wordt deze regelmatig te controleren en te reinigen.

Een tweede belangrijke bron van storingen zijn de naast de bruggen gelegen verkeersregelinstallaties (VRI's). Wanneer er storing is bij deze verkeerslichten (of communicatie met) levert dit onbekende storingen op in de aansturing van de brug. Dit kan opgelost worden door het plaatsen van overbruggingsschakelaars op bedienpost (SCADA/software).

Een aantal bruggen hebben een verouderde E-installatie of zijn toe aan groot onderhoud aan de stalen delen en de aandrijving. De maatregelen hiervoor dragen voor een groot deel bij aan de totale kosten voor het op orde brengen van alle bruggen.

Kosten

De kosten voor het uitvoeren van alle nog niet uitgevoerde voorgestelde verbetermaatregelen is geraamd op circa € 810.000. Dit betreft de kosten voor uitvoering van de maatregelen en is exclusief voorbereiding.

Aan de 'grotere' maatregelen, zoals groot onderhoud en vervanging van E-installaties zijn ook kosten voor voorbereiding en uitvoeringsbegeleiding verbonden, welke worden geraamd op circa € 170.000.

Rekening houdend met eventuele onvoorziene werkzaamheden, wordt nog een extra bedrag van € 85.000 (10% van uitvoeringskosten) voorzien.

De totale kosten voor het uitvoeren van de voorgestelde verbetermaatregelen bedraagt hiermee circa € 1.065.000.

Brug	Kosten maatregelen
Schoterbrug	€ 37.500
Waarderbrug	€ 4.000
Prinsenbrug	€ 158.500
Catherijnebrug	€ 95.450
Gravestenenbrug	€ 186.500
Melkbrug	€ 25.250
Langebrug	€ 211.950
Schouwbroekerbrug	€ 91.000
Subtotaal uitvoering	€ 810.150
Vorbereiding	€ 170.000
Onvoorzien	€ 85.000
Totaal	€ 1.065.500

Indien deze verbetermaatregelen worden gerealiseerd, kan naar verwachting het aantal urgente storingen voor elk van de bruggen worden terug gebracht naar een nominaal aantal van 5 - 10 stuks per jaar.

Structurele verbetering

In veel gevallen ligt de oorzaak van de storingen in veroudering, degradatie of vervuiling van componenten. Een duidelijk waarneembare trend over het gehele areaal is dat veel installaties zijn verouderd en gedurende een lange periode weinig tot geen vervangingen zijn uitgevoerd.

Hieraan ten grondslag ligt de (al dan niet bewust gemaakte) keuze om een correctieve onderhoudsstrategie te hanteren, waarbij problemen worden verholpen, zodra deze optreden. Hoewel de kosten hiervoor (zeker op korte termijn) lager zijn, resulteert dit op de lange termijn in versnelde degradatie van de installaties, wat meer storingen met zich meebrengt.

Ofschoon door het realiseren van de in deze rapportage (en de daaronder liggende rapporten) voorgestelde verbetermaatregelen de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de bruggen weer in lijn kan worden gebracht met de daaraan gestelde eisen, is dit voor de langere termijn nog niet het geval.

Om de gewenste betrouwbaarheid en beschikbaarheid ook in de toekomst te kunnen blijven garanderen, zal voor een andere (preventieve) onderhoudsstrategie gekozen moeten worden.

5.2 Aanbevelingen

5.2.1 Algemeen

Op basis van de uitgevoerde onderzoeken worden de volgende aanbevelingen gedaan, teneinde de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de beweegbare bruggen te verbeteren:

- Uitvoeren van alle voorgestelde verbetermaatregelen, met als belangrijkste aandachtspunten:
 - Vervangen van alle niet goed functionerende stand- en eindschakelaars, inclusief regelmatige controle en reiniging;
 - Aanbrengen van overbruggingsschakelaars, zodat problemen met de interactie met aangrenzende VRI's niet direct resulteert in storing van de brug;
 - Op korte termijn (1 á 2 jaar) vervangen van de E-installatie van 4 bruggen, ten behoeve van het garanderen van de betrouwbaarheid van de bruggen, en het verkrijgen van een CE-markering;
- Uitvoeren van onderzoek naar de oorzaak van de problemen met de interactie met VRI's, aangezien dit een systematisch probleem lijkt te zijn;
- Bundelen van de vervanging van de verschillende E-installaties in één contract. Hierdoor kunnen kostenvoordelen worden behaald, maar kan ook meer standaardisatie van de bediening en besturing worden gerealiseerd;
- Verbeteren van de storingsregistratie, zodat betere analyse van storingen mogelijk is en ook daadwerkelijk getoetst kan worden of aan contractuele prestatie-eisen wordt voldaan.
- Het huidige prestatiecontract is enkel gericht op de beschikbaarheid van de bruggen voor het wegverkeer. Geadviseerd wordt om in een nieuw prestatiecontract aanvullende eisen te stellen aan de beschikbaarheid van de bruggen voor het vaarwegverkeer.

5.2.2 Keuzevarianten

Voor wat betreft de wijze waarop naar de toekomst toe invulling wordt gegeven aan het onderhoud, zijn een aantal varianten mogelijk:

- Correctief onderhoud;
- Asset Management;
- Beweegbare bruggen op orde.

Optie 1: Correctief onderhoud

De eerste optie betreft het enkel uitvoeren van correctief onderhoud. Hierbij wordt op de huidige wijze verder gewerkt en wordt gewacht totdat er storingen ontstaan waarna het betreffende onderdeel gerepareerd of vervangen wordt. Net als met het voorliggende rapport, zal eens in de 5 tot 10 jaar een aanzienlijke investering gemaakt moeten worden om de betrouwbaarheid van de beweegbare bruggen weer in lijn te brengen met de gewenste situatie.

Deze variant heeft initieel lage onderhoudskosten in de eerste fase, maar op termijn zal het aantal storingen en daarmee de kosten voor onderhoud toenemen. Doordat een minimale onderhoudsinspanning wordt geleverd, degraderen de bruggen sneller en volgen eerder de hoge vervangingskosten.

Optie 2: Asset Management

De tweede optie is om het onderhoud uit te voeren conform de principes van Asset Management. Hierbij wordt door middel van (Strategische) Asset Management plannen een duidelijke visie voor het onderhoud van de beweegbare bruggen opgesteld, welke is afgeleid van de doelstellingen van de gemeente Haarlem.

Op basis van deze visie kan voor verschillende bruggen, installaties en/of componenten een keuze worden gemaakt van de te nemen onderhoudsstrategie. Voor belangrijke bruggen en systemen kan worden gekozen voor preventief onderhoud, terwijl voor minder belangrijke bruggen de keuze gemaakt kan worden om het onderhoud correctief uit te blijven voeren.

Een heldere visie maakt het voor alle betrokken organisaties duidelijk wat de verwachtingen en het gewenste resultaat zijn. Ook kan op deze wijze inzicht worden gegeven in de relatie tussen onderhoudskosten en (politieke) doelstellingen, alsmede het risico dat wordt genomen/gereduceerd door het al dan niet nemen van bepaalde onderhoudsmaatregelen.

Hierbij dienen de in deze rapportage benoemde maatregelen (voor zover deze binnen de onderhoudsvisie vallen), aangevuld met diverse preventieve onderhoudsmaatregelen, vervangingen en renovaties te worden opgenomen in een Meerjarige Onderhoudsplanning (MJOP), waarmee inzicht wordt verkregen in de benodigde budgetten voor de komende jaren. Ook kan met het MJOP het effect van de cyclus van maatregelen op de kwaliteit en betrouwbaarheid van de bruggen worden geëvalueerd en worden bijgesteld conform de Plan-Do-Check-Act filosofie.

De kosten voor deze optie zullen hoger zijn dan bij correctief onderhoud, maar door uitvoering van regelmatig preventief onderhoud zal er minder sprake zijn van degradatie van installaties, wat een positief effect heeft op de veiligheid en betrouwbaarheid, alsmede de kosten op langere termijn.

Optie 3: Beweegbare bruggen op orde

Deze optie is een aanvulling op optie 2 en betreft het renoveren en/of verbeteren van alle beweegbare bruggen in Haarlem, zodanig, dat deze allen voldoen aan de huidige wet- en regelgeving (waaronder de Machinerichtlijn) en zijn voorzien van een CE markering. Hiermee worden de beweegbare bruggen in één keer naar het gewenste niveau gebracht en wordt een nieuwe baseline gecreëerd, van waaruit een goede start voor het structureel uitvoeren van onderhoud mogelijk is.

Vanuit de uitgevoerde RI&E is het overigens ook een vereiste dat de bruggen moeten worden voorzien van een CE-markering. Voor het in kaart brengen van de aanpassingen, die nodig zijn om de bruggen van een CE-markering te kunnen voorzien, zal onder andere:

- Archiefonderzoek moeten worden uitgevoerd;
- Het dossier voor elk van de bruggen op orde moeten worden gebracht;
- Onderzoek moeten worden uitgevoerd welke onderdelen te vervangen teneinde tot een CE-markering te kunnen komen;
- Een contract worden opgesteld voor het uitvoeren van deze aanpassingen.

Binnen het beschikbaar gestelde budget voor uitvoering van de in de RI&E genoemde maatregelen, is een deel gereserveerd voor het uitvoeren van bovengenoemde werkzaamheden. De kosten voor het daadwerkelijk uitvoeren van de benoemde aanpassingen maakt echter geen deel uit van dit budget.

Ofschoon vooralsnog de daadwerkelijke omvang van de te maken aanpassingen niet inzichtelijk is, is een eerste grove inschatting dat hiervoor nog eens 1 á 2 maal het in paragraaf 5.1 genoemde bedrag is benodigd.

Een bijkomend voordeel van deze optie is wel dat hierdoor de mogelijkheid ontstaat om de bediening en besturing van de verschillende bruggen te homogeniseren/standaardiseren, wat onderhoud en herstel veruit eenvoudiger maakt. Ook zou dit een goede basis vormen voor gecentraliseerde bediening van de bruggen, mocht de gemeente hier in de toekomst ooit naar toe willen.

Het op orde brengen van alle beweegbare bruggen vraagt een aanzienlijke investering qua kosten en tijd en zal dan ook niet binnen de komende 3 tot 5 jaar volledig kunnen worden gerealiseerd. Voor bruggen waarvoor op korte termijn nog geen vervanging of renovatie noodzakelijk is, maar wel een verouderde aandrijving hebben, wordt geadviseerd om door middel van sensing de conditie van de brugaandrijving continu te bewaken, teneinde voorspellend onderhoud te kunnen plegen.

Op basis van verzamelde sensordata is het mogelijk om een duidelijk beeld van de kwaliteit en onderhoudsstaat van de aandrijving te verkrijgen en kunnen defecten vroegtijdig worden onderkend en hersteld. Aan de hand van trendanalyse kan tevens vrij nauwkeurig worden bepaald wanneer de brugaandrijving einde levensduur bereikt, waardoor relatief oude installaties op verantwoorde wijze langer in stand kunnen worden gehouden.⁶

⁶ N.b. Toepassing van sensing ten behoeve van conditiemonitoring kan ook bij optie 2 worden toegepast.

Referenties

- Antea Group. (2017a). *Onderzoeksplan beweegbare bruggen Haarlem*. Projectnummer 413309, Definitief revisie 2.0, d.d. 1 maart 2017. Almere: Antea Group.
- Antea Group. (2017b). *Onderzoeksrapportage Schoterbrug*. Projectnummer 0413309.00, Definitief revisie 2.0, d.d. 2 november 2017. Almere: Antea Group.
- Antea Group. (2017c). *Onderzoeksrapportage Prinsenbrug*. Projectnummer 0413309.00, Definitief revisie 2.0, d.d. 2 november 2017. Almere: Antea Group.
- Antea Group. (2018a). *Onderzoeksrapportage Waarderbrug*. Projectnummer 0413188.33, Definitief revisie 2.0, d.d. 5 november 2018. Almere: Antea Group.
- Antea group. (2018b). *Onderzoeksrapportage Schouwbroekerbrug*. Projectnummer 0413188.33, Definitief revisie 2.0, d.d. 5 november 2018. Almere: Antea Group.
- Antea Group. (2019a). *Onderzoeksrapportage Catherijnebrug*. Projectnummer 0413188.143, Definitief revisie 3.0, d.d. 7 juni 2019. . Almere: Antea Group.
- Antea Group. (2019b). *Onderzoeksrapportage Gravestenenbrug*. Projectnummer 0413188.143, Definitief revisie 3.0, d.d. 7 juni 2019. Almere: Antea Group.
- Antea Group. (2019c). *Onderzoeksrapportage Melkbrug*. Projectnummer 0413188.143, Definitief revisie 3.0, d.d. 7 juni 2019. . Almere: Antea Group.
- Antea Group. (2019d). *Onderzoeksrapportage Langebrug*. Projectnummer 0413188.143, Definitief revisie 3.0, d.d. 7 juni 2019. Almere: Antea Group.
- Gemeente Haarlem. (2015). *BP 5.1.2.7 KPI beweegbare bruggen*. Haarlem: Gemeente Haarlem.

Bijlage 1 Maatregelen per brug

Bijlage 1: Maatregelen per brug

In de individuele rapportages voor de bruggen zijn maatregelen voorgesteld voor het verbeteren van de beschikbaarheid, betrouwbaarheid en veiligheid van de bruggen. De in deze bijlage opgenomen tabel bevat de verschillende verbetermaatregelen uit de onderliggende rapportages. Op basis van beschikbare informatie van uitgevoerde werkzaamheden in de periode 2018 - 2019, is gecontroleerd in hoeverre de verschillende maatregelen reeds zijn gerealiseerd. De totale kosten per brug zijn in de eerstvolgende tabel weergegeven.

Brug	Kosten openstaande maatregelen
Schoterbrug	€ 27.500 - € 37.500
Waarderbrug	€ 4.000
Prinsenbrug	€ 108.500 - € 158.500
Catherijnebrug	€ 95.450
Gravestenenbrug	€ 186.500
Melkbrug	€ 25.250
Langebrug	€ 161.950 - € 211.950
Schouwbroekerbrug	€ 91.000
Totaal	€ 700.150 - € 810.150

Onderdeel	Probleem/schade	Oorzaak	Maatregel	Resultaat na herstel	Verbetering van	Raming van de kosten	Reactie Strukton WorkspHERE	Status	Kosten resterend
Schoterbrug									
1 Hydraulische installatie	Storingen door scheefloop van het val bij sluiten brug.	Niet-optimaal ontwerp.	1. Installatie inregelen / kalibreren.	Scheefloop sterk vermindert, afname storingen.	Betrouwbaarheid: minder storingen.	€ 5.000 tot € 10.000	Naar aanleiding van AD010 zijn de kleppen en ventielen van de cilinders vervangen. Scheefloop zit er sinds ontwerp in, dit is nog niet opgelost. Wel kwam ik een offerte tegen van Bosch Rexroth voor onderzoek aanpassen besturing t.b.v. gelijkloop van de 2 cilinders.	Deels uitgevoerd	€ 5.000 tot € 10.000
2 Benaderings-schakelaars	Onbetrouwbare detectie door gebrekkig afscherming connectoren, matige uitvoering detectoren en onvoldoende spanning op detectoren.	Matige kwaliteit schakelaars.	2. Eindschakelaars (5x) vervangen door veiligheidseindschakelaars (gecodeerd, Pilz).	Goede en veilige detectie brugstanden 'Op' en 'Neer'. Afname storingen.	Betrouwbaarheid: minder storingen.	€ 2.500	Eindschakelaars zijn vervangen in 2018 onder U.2170142 / 17003317	Uitgevoerd	€ 0
			3. 24V spanningsvoorziening aanpassen			€ 5.000	Kabels zijn ingekort op storingsbon binnen DDO.	Uitgevoerd	€ 0
3 Afsluitboom-installatie	Onbetrouwbare detectie van de standen van de afsluitbomen, door gebrekkige standenschakelaars.	Matige kwaliteit schakelaars.	4. Standenschakelaars modificeren / vervangen (8 stuks).	Betrouwbare standdetectie afsluitbomen, minder gevoeligheid voor wind. Afname storingen.	Betrouwbaarheid: minder storingen.	€ 4.000	Eindschakelaars zijn vervangen in 2018 onder U.2170142 / 17003317	Uitgevoerd	€ 0
4 Besturing	Diverse onduidelijke storingen, ook scheefloop van het val.	Niet-optimale instellingen vanuit realisatie.	5. Parametreren besturingsinstallatie (timers, setpoints etc.).	Verbeterd functioneren brug, afname storingen.	Betrouwbaarheid: minder storingen.	€ 2.500	Dit is gedaan in 2018 onder U.2170142 / 17003317	Uitgevoerd	€ 0
5 Besturing	Storingsdisplay bevindt zich op een onhandige plek: in de kelder van de brug. Veel handiger zou zijn als bij de lokale bedienpost en bij de centrale bedienpost (op de Waarderbrug) het storingsdisplay uitgelezen kan worden.	Onhandig ontwerp.	6. Aanbrengen extra storingsdisplay op lokale bedienpost.	Snellere reactie op storingen mogelijk. Bedienaar kan zien wat er aan de hand is en kan dit meteen doorgeven aan storingsdienst.	Beschikbaarheid: kortere hersteltijden.	€ 2.500	Deze verbetering is nog niet gerealiseerd.	Openstaand	€ 2.500
			7. Aanbrengen extra storingsdisplay op bedienpost Waarderbrug.			€ 5.000 tot € 10.000	Deze zat er toch al?	Openstaand	€ 5.000 tot € 10.000
6 VRI	Functie-uitval door storing vanuit de VRI. Lange hersteltijden doordat storingen van VRI door derden moeten worden opgelost.	Ontbreken overbrugging vanuit ontwerp.	8. Overbruggingsschakelaar aanbrengen op bedienpost (SCADA/software).	Geen brugstoring meer door storing aan de VRI installatie. Snellere hersteltijden bij storingen waarbij VRI betrokken is.	Betrouwbaarheid: minder storingen. Beschikbaarheid: kortere hersteltijden.	€ 750	Dit is niet meer van toepassing. Dynniq heeft in opdracht van OG aanpassing gedaan in VRI.	Vervallen	€ 0
7 Scheepvaart-seinen	Scheepvaartseinen zeer slecht te bereiken. Hierdoor laagwerker (stremming) nodig bij onderhoud.	Niet-optimaal ontwerp.	9. Aanpassen bevestiging scheepvaartseinen.	Betere bereikbaarheid seinen, geen laagwerker meer nodig, minder hinder.	Beschikbaarheid: kortere hersteltijden, minder stremmingen vanwege onderhoud.	€ 15.000	Deze verbetering is nog niet gerealiseerd. Zie ADV023.	Openstaand	€ 15.000
Subtotaal Schoterbrug excl. BTW						€ 42.250 tot € 52.250			€ 27.500 tot € 37.500

Onderdeel	Probleem/schade	Oorzaak	Maatregel	Resultaat na herstel	Verbetering van	Raming van de kosten	Reactie Strukton WorkspHERE	Status	Kosten resterend
Waarderbrug									
1 Gehele brug/ bewegingswerk	Meerdere stalen delen en onderdelen van het bewegingswerk verkeren in matige staat	Veroudering/aantal brugbewegingen	1. Groot onderhoud. <i>Advies uitvoering binnen 6-12 maanden. Bij overschrijden van deze termijn, zal het aantal storingen toenemen.</i>	Langere levensduur onderdelen, betrouwbaardere werking. Uitgevoerd na calamiteit heugelstang	Betrouwbaarheid en beschikbaarheid	€ 50.000	Dit is volgens mij meegepakt tijdens GO en uitgevoerd door EPMC.	Uitgevoerd	€ 0
2 Benaderings-schakelaars/ sensoren	Onbetrouwbare detectie	Corrosie/vervuiling, matige schakelen vanuit bewegingswerk. <i>Eindschakelaars worden nu vervangen indien zich een probleem voordoet. (correctief onderhoud i.p.v. gepland onderhoud. Sensoren zijn vermoedelijk ouder dan 10 jaar. Omdat er verschillende types aanwezig zijn, is de leeftijd niet precies aan te geven.</i>	2. Eindschakelaars (ca. 10x) vervangen door veiligheidseindschakelaar (gecodeerd, Pilz). <i>Het wordt aanbevolen de eindschakelaars elke 15 jaar te vervangen. Tevens dient gekeken worden naar de montage en afstelling van de schakelaars, dit om een betrouwbaardere detectie te verkrijgen. Advies uitvoering binnen 6-12 maanden. Bij overschrijden van deze termijn, zal het aantal storingen toenemen.</i>	Goede en veilige detectie brugstanden 'Nood op'. Voorkomen mechanische schade.	Betrouwbaarheid: afname storingen	€ 20.000	Deze verbetering is nog niet gerealiseerd.	Openstaand <i>AG: door gemeente aangegeven dat dit wel is uitgevoerd</i> Uitgevoerd	€ 0
3 Grendel	Onbetrouwbare werking grendel (2x)	Corrosie/vervuiling, matige schakelen vanuit bewegingswerk. <i>Grendel is vermoedelijk van bouwjaar 1974. Aandrijving grendel is in de afgelopen jaren vervangen.</i>	3. Eindschakelaars (ca. 4x) vervangen door veiligheidseindschakelaar (gecodeerd, Pilz). Grendels reviseren. <i>Vervangingsinterval eindschakelaars is 15 jaar. Advies uitvoering: combineren met maatregel 1 en 2. Bij overschrijden van de termijn, zal het aantal storingen met de grendel toenemen.</i>	Goede en veilige detectie grendelstanden. Voorkomen mechanische schade.	Betrouwbaarheid: afname storingen	€ 6.000	Grendel is volgens mij meegepakt tijdens GO en uitgevoerd door EPMC. Zijn toen ook de eindschakelaars vervangen?	Uitgevoerd	€ 0
4 Opzetwerk	Recht-links ongelijke oplegdruk, ontzette heugelstang	Bewust gekozen instelling van de aandrijvingen (vermoedelijk noodzakelijk i.v.m. onjuiste verdeling regelballast om 'vervormde' voorhar	4. Oplegdrukken meten (zowel oplegdruk als overgewicht). Indien noodzakelijk val balanceren en aandrijving afstellen. <i>Advies uitvoering, combineren met maatregel 1.</i>	Geen overbelasting van de aandrijfcomponenten	Betrouwbaarheid: Geen overbelasting van de aandrijfcomponenten	€ 7.500	Dit is volgens mij meegepakt tijdens GO en uitgevoerd door EPMC.	Uitgevoerd	€ 0
5 Bekabeling en bedrading	Aangetaste kabels, lasdozen, functie uitval	Corrosie, vervuiling, veroudering	5. Kabels beter vastzetten, lasdozen vervangen, corrosie/vervuiling minimaliseren. <i>Advies uitvoering binnen 6 maanden.</i>	Langere levensduur onderdelen, betrouwbaardere werking	Betrouwbaarheid: afname storingen	€ 4.000	Deze verbetering is nog niet gerealiseerd. Of heeft EPMC dit gedaan tijdens GO?	Openstaand	€ 4.000
6 VRI	Functie-uitval door storing vanuit de VRI. Lange hersteltijden doordat storingen van VRI door derden moeten worden opgelost	Ontbreken overbrugging vanuit ontwerp	6. Overbruggingsschakelaar aanbrengen op bedienpost (SCADA/software). Bij nader onderzoek tekeningen, blijkt deze schakelaar wel aanwezig te zijn.	Geen brugstoring meer door storing aan de VRI installatie. Snellere hersteltijden bij storingen waarbij VRI betrokken is	Betrouwbaarheid: minder storingen Beschikbaarheid: kortere hersteltijden	€ 0	Van deze VRI hebben we nog niet eerder storingen gehad. Ik lees dat de schakelaar aanwezig is, maar werkt deze ook?	Onbekend <i>AG: Verval, zie kolom 'Maatregel'</i> Vervallen	€ 0
7 Techniek-ruimten hameitoren	Onoverzichtelijk door opslag, losse verwarmingen etc.	Door gebrek aan andere ruimte. Klimaathuishouding is vermoedelijk niet optimaal.	7. Ruimte opruimen, schoonmaken. Opslag creëren in brugwachtershuis. Klimaathuishouding verbeteren door vast aangebrachte ventilatie/verwarming.	Nette ruimte, meer overzicht. Geen problemen i.r.t. klimaat/vocht	Betrouwbaarheid, overzicht, verbeterde arbo omstandigheden	€ 15.000	Deze verbetering is nog niet gerealiseerd.	<i>AG: werkzaamheden reeds uitgevoerd</i>	€ 0
8 Afdekluik grendels	Corrosie/vervuiling	Indringen vocht, zouten	8. Waterdicht luik aanbrengen	Goede werking en detectie van de grendel. Luik is vervangen sinds oorspronkelijke rapportage.	Betrouwbaarheid: afname storingen	€ 2.500	Luik schijnt vervangen te zijn sinds oorspronkelijke rapportage (zie opmerking onder resultaat na herstel).	Uitgevoerd	€ 0
Subtotaal Waarderbrug excl. BTW						€ 105.000			€ 4.000

Onderdeel	Probleem/schade	Oorzaak	Maatregel	Resultaat na herstel	Verbetering van	Raming van de kosten	Reactie Strukton Workspere	Status	Kosten resterend
Prinsenbrug									
1 Basculedeel Installatiedelen brugkelder	Veel vervuiling, met hierdoor agressieve corrosie van diverse onderdelen.	Onvoldoende afscherming tegen vogels.	1. Afdoende afscherming aanbrengen en huidige vervuiling verwijderen.	Langere levensduur onderdelen, betrouwbaardere werking. Kelder is sinds oorspronkelijke rapportage gereinigd. Onbekend of er maatregelen tegen de vogels genomen zijn.	Betrouwbaarheid: afname storingen.	€ 5.000	Deze verbetering is nog niet gerealiseerd. Wel is er een hoes besteld voor de cilinders. En zijn netten opgehangen zodat vogels maar bij een beperkt deel in de kelder kunnen komen.	Deels gerealiseerd	€ 2.500
2 Basculedeel Benaderings- schakelaars	Onbetrouwbare detectie.	Corrosie (door vervuiling).	2. Eindschakelaars (2x) vervangen door veiligheidseindschakelaar (gecodeerd, Pilz).	Goede en veilige detectie brugstanden 'Nood op'. Voorkomen mechanische schade.	Betrouwbaarheid: afname storingen.	€ 2.000		Onbekend	€ 2.000
3 Basculedeel Bekabeling en bedrading	Schade door knaagdieren.	Knaagdieren worden momenteel onvoldoende geweerd en bestreden.	3. Kelder en technische ruimten werend maken voor knaagdieren en huidige knaagdieren verwijderen.	Langere levensduur onderdelen, betrouwbaardere werking.	Betrouwbaarheid: afname storingen.	€ 4.000	Hiervoor hebben wij aanbieding U.2170142.5b opgesteld. In 2018 is speciale knaagvrij afdichtingen aangebracht zodat het muisdicht is.	Openstaand	€ 4.000
4 Basculedeel Bekabeling en bedrading	Onduidelijke, niet te traceren storingen.	Vraatschade aan kabels door knaagdieren.	4. Uitvoeren kabelonderzoek (doormeten), aangetroffen problemen herstellen.	Betrouwbare installatie.	Betrouwbaarheid: afname storingen.	€ 2.500	Dit is uitgevoerd onder U.2170142.5d / 17003312.	Uitgevoerd	€ 0
5 Basculedeel VRI	Functie-uitval door storing vanuit de VRI. Lange hersteltijden doordat storingen van VRI door derden moeten worden opgelost.	Ontbreken overbrugging vanuit ontwerp.	5. Overbruggingsschakelaar aanbrengen op bedienpost (SCADA/software).	Geen brugstoring meer door storing aan de VRI installatie. Snellere hersteltijden bij storingen waarbij VRI betrokken is.	Betrouwbaarheid: minder storingen. Beschikbaarheid: kortere hersteltijden.	€ 750	Overbruggingsschakelaar is gerealiseerd.	Uitgevoerd	€ 0
6 Hefdeel Bediening en besturing	Installatie sterk verouderd	Technische levensduur overschreden	6. Vervangen bediening en besturing, inclusief bedienpaneel.	Betrouwbare installatie.	Betrouwbaarheid: minder storingen. Beschikbaarheid: kortere hersteltijden.	€ 100.000 tot € 150.000	Dit is nog niet gerealiseerd.	Openstaand	€ 100.000 tot € 150.000
Subtotaal Prinsenbrug excl. BTW						€ 111.750 tot € 161.750			€ 108.500 tot € 158.500

Onderdeel	Probleem/schade	Oorzaak	Maatregel	Resultaat na herstel	Verbetering van	Raming van de kosten	Reactie Strukton WorkspHERE	Status	Kosten resterend
Catherijnebrug									
1 Bewegingswerk	Sterk bevuild door vogeluitwerpselen	Vogel uitwerpselen	1. Schoonmaken op korte termijn en afschermen zodat vogels niet meer kunnen nesten bij het bewegingswerk. <i>Tijdsad: schoonmaken <1 maand, afschermen <3 maanden.</i>	Langere levensduur bewegingswerk, minder kans op storingen	Betrouwbaarheid, beschikbaarheid en storingsgevoeligheid.	€ 10.000	Vogelwering is nog niet gerealiseerd.	Openstaand	€ 10.000
2 Tandwielkast	Geen olie in tandwielkast	Dit moet nader worden onderzocht.	2. Hoge prioriteit, z.s.m. uitvoeren. <i>Tijdsad: < 2 weken.</i>	Voldoende olie in de tandwielkast	Betrouwbaarheid, levensduur aandrijving	€ 200 - € 1.000	Dit loopt en wordt meegenomen in onderhoudsformulier.	In uitvoering	€ 0
3 Benaderings-schakelaars/ sensoren/ spileind-schakelaars	Onbetrouwbare levensverwachting door aantasting uitwerpselen van vogels.	Vogel uitwerpselen	3. Het wordt aanbevolen de eindschakelaars elke 15 jaar te vervangen. Vanwege de huidige staat van meerdere eindschakelaars wordt geadviseerd deze direct te vervangen. Bij het niet vervangen van de schakelaars zal het aantal storingen toenemen. <i>Tijdsad: gelijk met onderdeel 4 uitvoeren.</i>	Goede en veilige detectie brugstanden. Voorkomen mechanische schade.	Betrouwbaarheid: afname storingen	€ 5.000	Deze verbetering is nog niet gerealiseerd.	Openstaand	€ 5.000
4 E-installatie	Op termijn functieverlies, geen onderdelen meer verkrijgbaar	Gedateerde installatie.	4. Installatie vervangen. <i>Tijdsad: < 2 jaar.</i>	Optimale functie E-installatie	Betrouwbaarheid, beschikbaarheid en storingsgevoeligheid.	€ 75.000	Deze verbetering is nog niet gerealiseerd.	Openstaand	€ 75.000
5 Vergrendelingen en blokkeringen	Meldingen gerelateerd aan slagbomen komen van vergrendelingen en blokkeringen	Vergrendelingen en blokkeringen communiceren niet goed/slecht contact.	5. Vergrendelingen en blokkeringen controleren. <i>Tijdsad: gelijk met onderdeel 4 uitvoeren.</i>	Minder storingen in het algemeen.	Betrouwbaarheid en beschikbaarheid	€ 2.000	Deze verbetering is nog niet gerealiseerd.	Openstaand	€ 2.000
6 Goten	Verstopt, water en sijpelt over de vergrendel richting.	Straatvuil, blaadjes	6. Zo spoedig mogelijk schoonmaken, grote stukken kunnen de vergrendelinrichting blokkeren. <i>Tijdsad: < 2 weken.</i>	Schone goten, betere afvoer van hemelwater en langere levensduur vergrendelinrichting.		€ 200	Er heeft geen aanpassing plaatsgevonden in afvoer van hemelwater. Wel worden de goten schoongemaakt conform jaarplanning.	Openstaand	€ 200
7 Leuningwerk	Te grote opening tussen lantaarn en brugleuning, gevaarlijke situatie voor voornamelijk kinderen.	Ontwerp	7. Door het verlengen van het leuningwerk wordt de opening kleiner. Aanbevolen wordt om dit z.s.m. uit te voeren. <i>Tijdsad: < 3 maanden.</i>	Verhoogde veiligheid	Veiligheid	€ 2.000	Deze verbetering is nog niet gerealiseerd.	Openstaand	€ 2.000
8 Afstand tussen val en landhoofd	Tijdens rotatie van de brug is de afstand tussen val en landhoofd, op enkele punten zeer klein.	De dekzerken zijn niet afgerond.	8. Afslippen van de dekzerken, zodat tijdens rotatie een continu afstand tussen landhoofd en val gewaarborgd blijft. <i>Tijdsad: < 3 maanden.</i>	Aanzienlijk minder kans op schrapen/klemmen bij heet weer.	Betrouwbaarheid en beschikbaarheid.	€ 1.250	Deze verbetering is nog niet gerealiseerd.	Openstaand	€ 1.250
Subtotaal Catherijnebrug excl. BTW						€ 96.450			€ 95.450

Onderdeel	Probleem/schade	Oorzaak	Maatregel	Resultaat na herstel	Verbetering van	Raming van de kosten	Reactie Strukton Workspere	Status	Kosten resterend
Gravestenenbrug									
1 Gehele brug	Heeft groot onderhoud nodig	Gebruik, einde levensduur	1. Groot onderhoud: slijtlaag, balans lagers, conserveren, afstelling. <i>Tijdspad: <2 jaar.</i>	Betrouwbaardere brug die voldoet aan de huidige normen en eisen. Slijtlaag is vervangen sinds rapportage	Veiligheid, betrouwbaarheid, beschikbaarheid	€ 70.000	Slijtlaag is vervangen in 2017, diverse herstel heeft onder garantie plaatsgevonden in 2019. Voor schilderwerk is een offerte uitgebracht.	Deels gerealiseerd	€ 65.000
2 E-installatie	Op termijn functieverlies, geen onderdelen meer verkrijgbaar	Gedateerde installatie	2. Installatie vervangen. <i>Tijdspad: <2 jaar.</i>	Optimale functie E-installatie	Betrouwbaarheid, beschikbaarheid en storingsgevoeligheid.	€ 75.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 75.000
3 Benaderings-schakelaars/ sensoren/ spileind-schakelaars	Onbetrouwbare werking	Door niet generiek aangesloten eindschakelaar en vermoedelijk verouderde spileindschakelaar.	3. Het wordt aanbevolen de eindschakelaars elke 15 jaar te vervangen. Vanwege de huidige staat van meerdere eindschakelaars wordt geadviseerd deze direct te vervangen. Bij het niet vervangen van de schakelaars zal het aantal storingen toenemen. <i>Tijdspad: gelijk met onderdeel 2 uitvoeren.</i>	Goede en veilige detectie brugstanden. Voorkomen mechanische schade.	Betrouwbaarheid: afname storingen	€ 5.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 5.000
4 Afsluitbomen	Onveilige situatie	Zijn niet aanwezig	4. Hoewel het een eenvoudige brug betreft voor alleen langzaamverkeer, is het advies om de brug af te sluiten tijdens een brugbediening. Dit kan uitgevoerd worden met eenvoudige handbediende afsluitbomen. <i>Tijdspad: <3 maanden.</i>	Veilige situatie tijdens brugbedieningen	Veiligheid	€ 5.000	Als tijdelijke maatregel is een ketting aan weerszijde gerealiseerd die verkeer weert voor een brugopening.	Openstaand	€ 5.000
5 Afdekluiken	Luiken zijn gecorrodeerd met materiaal afname	Corrosie	5. Nieuwe luiken, zo spoedig mogelijk. <i>Tijdspad: <3 maanden.</i>	Geen gevaar voor doorzakken	Veiligheid, betrouwbaarheid	€ 1.000	1 luik is laatst vervangen ivm veiligheid, maar uiteindelijk zijn dit kosten die buiten DDO vallen ivm achterstallig onderhoud.	Deels gerealiseerd	€ 500
6 Bewegings-werk	Ongebalanceerd	Foute gewichtsverdeling	6. Opnieuw balanceren, uitleggen op een sluitend moment. <i>Tijdspad: <3 maanden.</i>	Brug heeft een sluitend moment	Betrouwbaarheid	€ 5.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 5.000
7 Bewegings-werk	Te weinig speling	Afstelling is niet correct	7. Speling tussen heugels en tandwielen opnieuw afstellen. <i>Tijdspad: <3 maanden.</i>	De brug heeft minder weerstand tijdens de beweging.	Betrouwbaarheid, beschikbaarheid	€ 1.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 1.000
8 Hekjes	Hekjes staan los	Niet bekend	8. Hekjes vervangen door een afsluitinstallatie. <i>Tijdspad: zie onderdeel 4.</i>	afsluitinstallatie	Verhoogde veiligheid	€ 30.000	In de offerte van schilderwerk is meegenomen dat deze beter worden vastgezet. Maar mocht blijken dat afsluitboominstallatie geplaatst gaat worden, dan komt dit punt te vervallen.	Openstaand	€ 30.000
Subtotaal Gravestenenbrug excl. BTW						€ 192.000			€ 186.500

Onderdeel	Probleem/schade	Oorzaak	Maatregel	Resultaat na herstel	Verbetering van	Raming van de kosten	Reactie Strukton Workspere	Status	Kosten resterend
Melkbrug									
1 Scheepvaart-sein (1x)	Kappen ontbreken (2 stuks)	Onbekend	1. Nieuwe kappen aanbrengen. <i>Tijdsnad: <3 maand.</i>	Goed zichtbare seinen	Veiligheid	€ 250	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 250
2 Standen-schakelaars	Mogelijk verminderde detectie	Ernstige aantasting door uitwerpselen	2. Standenschakelaars vervangen (2x). <i>Tijdsnad: <3 maanden.</i>	Goede detectie brug open/gesloten	Betrouwbaarheid, beschikbaarheid	€ 1.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 1.000
3 Opzetrol	Vastgeroest	Corrosie	3. Nieuwe opzetrol monteren, tevens opzetblok vervangen, deze zullen naar verwachting veel slijtage vertonen vanwege het schrapende contract tussen beide componenten. <i>Tijdsnad: <3 maanden.</i>	Soepele opzetinrichting	Betrouwbaarheid, beschikbaarheid	€ 2.500	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 2.500
4 Pennenwiel en tandwiel	Pennen zijn afgevlakt	Gebruik	4. Nieuwe pennen en tandwiel installeren, overige aandrijfcomponenten controleren op speling. <i>Tijdsnad: <1 jaar.</i>	Minder geluidsproductie en beter bewegende brug.	Betrouwbaarheid, beschikbaarheid	€ 12.500	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 12.500
5 Hydraulische slangen	Slijtage aan slangen	Uitwerpselen en corrosie.	5. Slangen vervangen. <i>Tijdsnad: <6 maanden.</i>	-	Betrouwbaarheid, beschikbaarheid	€ 3.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 3.000
Subtotaal Melkbrug excl. BTW						€ 19.250			€ 19.250
6 Gehele brug	Brug niet voorzien van CE-markering	Geen rekening mee gehouden in eerder ontwerp en uitvoering.	6. Uitvoeren onderzoek naar benodigde aanpassingen t.b.v. verkrijgen CE-markering <i>Tijdsnad: <6 maanden.</i>	Inzicht in te nemen maatregelen om CE-markering voor brug te behalen	Veiligheid	€ 6.000	-	Openstaand	€ 6.000
Subtotaal Melkbrug excl. BTW						€ 25.250			€ 25.250

Onderdeel	Probleem/schade	Oorzaak	Maatregel	Resultaat na herstel	Verbetering van	Raming van de kosten	Reactie Strukton Workspere	Status	Kosten resterend
Langebrug									
1 Zuigerstang	Band rond zuigerstang laat los	Weersinvloeden	1. Band vervangen. <i>Tijdsnad: 3 - 6 maanden.</i>	Geen last van corrosie op zuigerstang	Betrouwbaarheid, beschikbaarheid	€ 2.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 2.000
2 Kelder	Water stroomt naar binnen	Inspectieluiken lagers, deze sluiten niet goed af.	2. Luiken waterdicht maken, kleine ingreep op korte termijn uitvoerbaar. <i>Tijdsnad: <3 maanden.</i>	Geen water in kelder leidt tot een veiligere situatie (slipgevaar, elektrocutie) en verlengt levensduur van materieel in de kelder.	Betrouwbaarheid, veiligheid	€ 2.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 2.000
3 E-installatie	Op termijn functieverlies, geen onderdelen meer verkrijgbaar	Gedateerde installatie	3. Installatie vervangen. <i>Tijdsnad: < 2 jaar.</i>	Optimale functie E-installatie	Betrouwbaarheid, beschikbaarheid en storingsgevoeligheid.	€ 100.000 tot € 150.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 100.000 tot € 150.000
4 Benaderings-schakelaars/ sensoren/ spileind-schakelaars	Onbetrouwbare werking	Door geërodeerde eindschakelaars.	4. Het wordt aanbevolen de eindschakelaars elke 15 jaar te vervangen. Vanwege de huidige staat van meerdere eindschakelaars wordt geadviseerd deze direct te vervangen. Bij het niet vervangen van de schakelaars zal het aantal storingen toenemen. <i>Tijdsnad: tegelijk met onderdeel 3 uitvoeren.</i>	Goede en veilige detectie brugstanden. Voorkomen mechanische schade.	Betrouwbaarheid: afname storingen	€ 5.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 5.000
5 Hydraulisch aggregaat	Olie op aggregaat	Niet bekend, nader te onderzoeken	5. Reinigen, bepalen waar olie vandaan komt, oorzaak vaststellen en, indien nodig, actie ondernemen. <i>Tijdsnad: <3 maanden.</i>	Geen kans meer op vervuiling door hydraulische olie.	Betrouwbaarheid, milieu	€ 1.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 1.000
6 Hoofddraai-punten	Corrosie	Weersinvloeden, strooizout	6. Roest verwijderen en opnieuw conserveren <i>Tijdsnad: Tijdsnad: 3 - 6 maanden.</i>	Betere betrouwbaarheid	Betrouwbaarheid	€ 1.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 1.000
7 Smeer-leidingen	Afwezig	-	7. Smeerleidingen naar hangstang-lagers, balanslagers aanbrengen. <i>Tijdsnad: 3 - 6 maanden.</i>	Langere levensduur lagers	Betrouwbaarheid, veiligheid voor de onderhoudsmonteur	€ 2.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 2.000
8 Ruimte nabij hoofddraai-punten	Vuil en wateroverlast	Vuil	8. Schoonmaken en goten monteren voor afwatering. <i>Tijdsnad: 3 - 6 maanden.</i>	Geen water meer in kelder	Betrouwbaarheid	€ 2.500	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 2.500
9 Kelder	Groot geluidsniveau tijdens brugbeweging	Hydraulisch aggregaat	9. Gehoorbescherming, bordje plaatsen. Is maatregel.	Minder kans op gehoorbeschadiging voor servicemonteur	Veiligheid	€ 200	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 200
10 Conservering	Conservering leuningwerk en slagboomkasten, val aangetast.	Weerinvloeden, strooizout	10. Opnieuw conserveren. <i>Tijdsnad: < 2 jaar.</i>	Betrouwbaarheid	Uiterlijk en betrouwbaarheid (slagboomkasten)	€ 45.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 45.000
11 Markering op wegdek	Afgesletten	Verkeer, weersinvloeden	11. Opnieuw belijnen. <i>Tijdsnad: 3 - 6 maanden.</i>	Verbeterde veiligheid	Veiligheid	€ 750	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 750
12 Leuningwerk	Ontzette leuning	Aanrijding	12. Herstellen. <i>Tijdsnad: <3 maanden.</i>		Veiligheid/esthetica	€ 3.000	Deze schade is hersteld door Griekspoor in 2019.	Gerealiseerd	€ 0
13 Losse bekabeling	Onduidelijke functie		13. Verwijderen/generiek aansluiten tekeningen bijwerken. <i>Tijdsnad: <3 maanden.</i>	Duidelijke installatie	Veiligheid/functie	€ 500	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 500
Subtotaal Langebrug excl. BTW						€ 164.950 tot € 214.950			€ 161.950 tot € 211.950

Onderdeel	Probleem/schade	Oorzaak	Maatregel	Resultaat na herstel	Verbetering van	Raming van de kosten	Reactie Strukton Workspere	Status	Kosten resterend
Schouwbroekerbrug									
1 Gehele brug/ bewegingswerk	Stalen delen en onderdelen van het bewegingswerk zijn aangetast door corrosie	Veroudering/aantal brugbewegingen	1. Groot onderhoud. <i>Advies uitvoering binnen 6-12 maanden. Bij overschrijden van deze termijn, zal het aantal storingen toenemen.</i>	Langere levensduur onderdelen, betrouwbaardere werking	Betrouwbaarheid en beschikbaarheid	€ 50.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 50.000
2. Benaderings-schakelaars/ sensoren/ spileind-schakelaars	Onbetrouwbare detectie	Schakelen/detecteren sensoren vanuit bewegingswerk werkt waarschijnlijk niet optimaal. <i>Eindschakelaars worden nu vervangen indien zich een probleem voordoet. (correctief onderhoud i.p.v. gepland onderhoud). Sensoren zijn vermoedelijk ouder dan 10 jaar. Omdat er verschillende types aanwezig zijn, is de leeftijd niet precies aan te geven.</i>	2. Eindschakelaars (ca. 10x) controleren op juiste werking. Sensoren beter afstellen. Eventueel sensoren toepassen met een groter detectiebereik. Spileindschakelaar controleren op juiste werking, indien nodig vervangen. Bewegingswerk beter afstellen/uitlijnen. <i>Het wordt aanbevolen de eindschakelaars elke 15 jaar te vervangen. Advies uitvoering binnen 6-12 maanden. Bij overschrijden van deze termijn, zal het aantal storingen toenemen.</i>	Goede en veilige detectie brugstanden 'Nood op'. Voorkomen mechanische schade.	Betrouwbaarheid: afname storingen	€ 25.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 25.000
3. Grendel	Onbetrouwbare werking grendel (2x)	Corrosie/vervuiling, matige schakelen vanuit bewegingswerk. <i>Grendel is vermoedelijk van bouwjaar 1972.</i>	3. Eindschakelaars (ca. 4x) vervangen door veiligheidseindschakelaar (gecodeerd, Pilz). Grendels reviseren. <i>Vervangingsinterval eindschakelaars is 15 jaar. Advies uitvoering: combineren met maatregel 1 en 2. Bij overschrijden van de termijn, zal het aantal storingen met de grendel toenemen.</i>	Goede en veilige detectie grendelstanden. Voorkomen mechanische schade.	Betrouwbaarheid: afname storingen	€ 6.000	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 6.000
4. Opzetwerk	Draagbeeld tandheugels wijst op 'drukkende' belasting	Onvoldoende overgewicht van het val	4. Oplegdrukken meten (zowel oplegdruk als overgewicht). Indien noodzakelijk val balanceren en aandrijving afstellen. <i>Advies uitvoering, combineren met maatregel 1.</i>	Correct draagbeeld van de tandheugels (trekkende belasting)	Betrouwbaarheid: Geen overbelasting van de aandrijfcomponenten	€ 7.500	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 7.500
5. VRI	Functie-uitval door storing VRI. Lange hersteltijden doordat storingen van VRI door derden moeten worden opgelost	Ontbreken overbrugging vanuit ontwerp	5. Overbruggingsschakelaar aanbrengen op bedienpost (SCADA/software). Bij nader onderzoek van tekeningen, blijkt deze schakelaar wel aanwezig te zijn.	Geen brugstoring meer door storing aan de VRI installatie. Snellere hersteltijden bij storingen waarbij VRI betrokken is	Betrouwbaarheid: minder storingen Beschikbaarheid: kortere hersteltijden	€ 0	Overbruggingsschakelaar is gerealiseerd.	Vervallen	€ 0
6. Afdekluik Grendels en hoofddraai-punten	Corrosie/vervuiling	Indringen vocht, zouten	6. Waterdichte luiken aanbrengen en vetsmeerpunten hoofddraaipunten vervangen. <i>Advies uitvoering, combineren met maatregel 1.</i>	Goede werking en detectie van de grendel	Betrouwbaarheid: afname storingen	€ 2.500	Deze verbetering heeft nog niet plaatsgevonden.	Openstaand	€ 2.500
Subtotaal Schouwbroekerbrug excl. BTW						€ 91.000			€ 91.000

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Monitorweg 29
1322 BK ALMERE
Postbus 10044
1301 AA ALMERE

E. david.dejong@anteagroup.com

www.anteagroup.nl

Copyright © 2020

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.