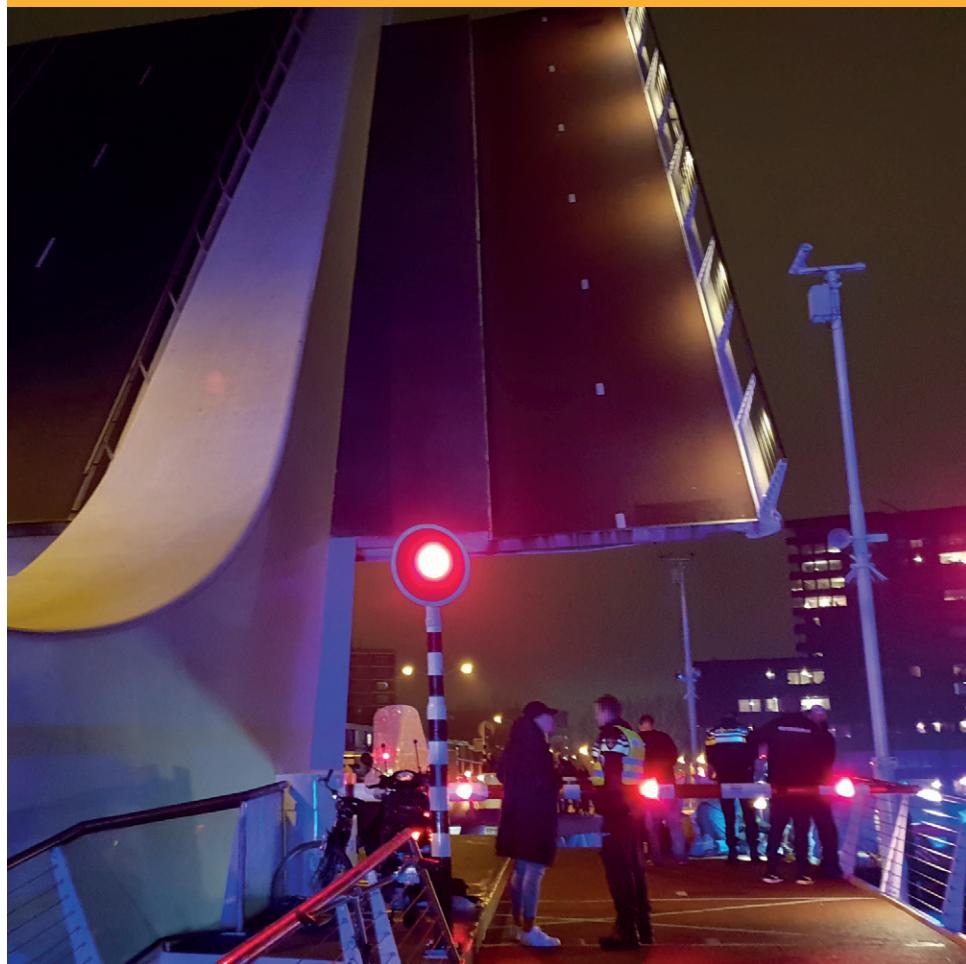




ONDERZOEKSRAAD
VOOR VEILIGHEID

Veiligheid van op afstand bedienende bruggen

Lessen uit het ongeval Prins Bernhardbrug
Zaandam



Veiligheid van op afstand bediende bruggen

Lessen uit het ongeval Prins Bernhardbrug Zaandam

Den Haag, september 2019

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar en te vinden op onderzoeksraad.nl.

Coverfoto: Intervisual Studio

De Onderzoeksraad voor Veiligheid

Als zich een ongeval of ramp voordeet, onderzoekt de Onderzoeksraad voor Veiligheid hoe dat heeft kunnen gebeuren, met als doel daar lessen uit te trekken. Op die manier draagt de Onderzoeksraad bij aan het verbeteren van de veiligheid in Nederland. De Raad is onafhankelijk en besluit zelf welke voorvallen hij onderzoekt. Daarbij richt de Raad zich in het bijzonder op situaties waarin mensen voor hun veiligheid afhankelijk zijn van derden, bijvoorbeeld van de overheid of bedrijven. In een aantal gevallen is de Raad verplicht onderzoek te doen. De onderzoeken gaan niet in op schuld of aansprakelijkheid.

Onderzoeksraad

Voorzitter: ir. J.R.V.A. Dijsselbloem
prof. dr. ir. M.B.A. van Asselt
prof. dr. mr. S. Zouridis

Secretaris-directeur: mr. C.A.J.F. Verheij

Bezoekadres: Lange Voorhout 9 Postadres: Postbus 95404
2514 EA Den Haag 2509 CK Den Haag

Telefoon: 070 333 7000

Website: onderzoeksraad.nl
E-mail: info@onderzoeksraad.nl

INHOUD

Beschouwing	6
Begrippenlijst.....	8
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding	11
1.2 Waarom onderzoek door de Onderzoeksraad	11
1.3 Doelstelling van het onderzoek	12
1.4 Onderzoeks vragen.....	12
2 Toedracht	13
2.1 Prins Bernhardbrug Zaandam	13
2.2 Avondwandeling	15
2.3 De brugbediening.....	18
3 Analyse.....	23
3.1 Bediening van bruggen op afstand	23
3.2 Schouwen met camera's.....	25
3.3 Waarnemen en observeren bij brugbediening	27
3.4 Staande praktijk: scheepvaart eerst.....	28
3.5 Training brugbedienaar.....	31
3.6 Voetgangers op de brug.....	32
4 Aanpak veiligheid bruggen.....	35
4.1 Opvolging aanbevelingen ongeval Den Uylbrug (2015)	35
4.2 De twee ongevallen vergeleken.....	35
4.3 Zicht op risico's: Integrale VeiligheidsScan	39
4.4 Overige maatregelen Zaanstad.....	44
4.5 Beheersing risico's.....	45
5 Landelijke aanpak veiligheid bruggen	47
5.1 Ongevallen met op afstand bediende bruggen komen vaker voor.....	47
5.2 Minister Infrastructuur en Waterstaat.....	48
5.3 Kennisdeling binnen de sector.....	53
5.4 Stimulans ter verbetering	54
6 Conclusies	56

Bijlage A. Overzicht ongevallen.....	60
Bijlage B. Rasmussen the cognitive	63
Bijlage C. Stand van zaken IV-scan	65
Bijlage D. STAMP-analyse.....	71
Bijlage E. Registratie incidenten 2016.....	72
Bijlage F. Spiegel camera opstelling	73

BESCHOUWING

Ongevallen maken helaas deel uit van ons dagelijkse leven. Verkeersongevallen, ook dodelijke, worden daarbij bijna als onvermijdelijk ervaren. Mensen maken fouten in het verkeer en ze nemen ook risico's, maar soms worden verkeersdeelnemers buiten hun toedoen geheel onverwacht slachtoffer. In de afgelopen vier jaar hebben zich in de gemeente Zaanstad twee ongevallen voorgedaan waarbij een brug - voor de slachtoffers plotseling - werd geopend. Dit gebeurde op de Den Uylbrug en de Prins Bernhardbrug. Drie mensen zijn hier slachtoffer van geworden.

Op 10 februari 2015 stond een fietsster, in haar veronderstelling veilig, voor de gesloten slagboom van de Den Uylbrug in Zaandam. Toen de brugval werd geopend werd zij mee omhoog genomen, waarna zij naar beneden viel en overleed. Het slachtoffer was niet opgemerkt door de brugbediener die de brug op afstand bediende. Het was niet het eerste dodelijke slachtoffer in Nederland dat onopgemerkt was gebleven bij het op afstand bedienen van een brug.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft het voorval op de Den Uylbrug onderzocht. De Raad concludeerde onder meer dat de gemeente Zaanstad onvoldoende oog had voor de wijze waarop mens en techniek elkaar beïnvloeden bij het bedienen van de Den Uylbrug. Naar aanleiding van het onderzoek deed de Raad aanbevelingen aan de gemeente Zaanstad en aan de minister van Infrastructuur en Waterstaat.

De reacties op de aanbevelingen eind 2016 gaven het beeld dat de gemeente Zaanstad de aanbevelingen voortvarend oppakte en daadkrachtig aan de slag ging. De minister gaf aan de initiatieven te stimuleren en graag bereid te zijn om de beschikbare kennis voor het veilig op afstand bedienen van bruggen te delen. De minister gaf echter ook aan niet bevoegd te zijn om lagere overheden voorschriften op te leggen.

Bijna vier jaar na het ongeval op de Den Uylbrug vond er opnieuw een ongeval plaats op een brug over de Zaan. Op 28 november 2018 werd de Prins Bernhardbrug door de brugbediener op afstand geopend terwijl een bejaard echtpaar nog op de brugval aanwezig was. Opnieuw werden personen op de brugval niet door de brugbediener opgemerkt. Het echtpaar viel van de geopende brugval en raakte zwaargewond. Alle inspanningen van de gemeente na het eerdere ongeluk in 2015, zoals het opzetten van de aanbevolen integrale veiligheidsscan voor het in kaart brengen van de risico's, personele maatregelen als selectie en training en het opstellen van procedures, hebben dit ongeval niet kunnen voorkomen.

Na het opzetten en uitvoeren van de eerste integrale veiligheidsscans op vier pilotbruggen, werden 72 overeenkomstige tekortkomingen – en ‘rode draden’ – gesignaleerd die op nagenoeg alle bruggen van de gemeente Zaanstad voorkomen. Deze tekortkomingen werden niet direct omgezet in generieke uitgerolde maatregelen voor alle bruggen. In plaats hiervan werd gekozen om eerst alle bruggen aan de integrale

veiligheidsscan te onderwerpen. De Prins Bernhardbrug stond in januari 2019 op de planning om beoordeeld te worden. De geïdentificeerde verbetermaatregelen inclusief bijbehorende raming werden pas tijdens het onderzoek van de Onderzoeksraad in 2019 op de agenda van de gemeenteraad en het college van B en W gezet.

Uit de reacties op het conceptrapport over het ongeval op de Prins Bernhardbrug constateert de Onderzoeksraad dat de gemeente Zaanstad niet herkent dat een bedienfout, door het ontbreken van veiligheidsbarrières, kan leiden tot een ongeval. De gemeente meent dat de geldende procedures dekkend zijn om een ongeval te voorkomen. Van een brugbediener wordt daarmee verwacht dat hij of zij geen fouten maakt. Deze verwachting acht de Raad niet realistisch. Overal waar gewerkt wordt, kunnen mensen fouten maken.

De Onderzoeksraad heeft in het onderzoek vastgesteld dat na een voortvarende start, de urgentie om verbeteringen door te voeren, steeds meer verslapte. De uitvoering van de integrale veiligheidsscans kreeg minder prioriteit en de uitvoering van verbetermaatregelen werd vooruit geschoven. De beperkte maatregelen die wel werden genomen konden het onvoorzien handelen van de brugbediener niet voorkomen. Nog werden de gevolgen van dit handelen door deze maatregelen beperkt. De uit de veiligheidsscans geïdentificeerde 'rode draden' hadden, indien direct opgepakt, de kans op het maken van fouten aanzienlijk verkleind en ruimte geboden voor herstel bij een gemaakte fout. Het is de verantwoordelijkheid van de brugbeheerder en de werkgever – in dit geval de gemeente – om zich maximaal in te blijven spannen; niet alleen bij de start maar tijdens het gehele verbetertraject.

Na de aanbevelingen in 2016 waar de minister werd opgeroepen om te komen tot een landelijke standaard, heeft de oproep slechts geresulteerd in meer kennisdeling binnen het platform Water ontmoet Water. Dit platform heeft echter een vrijblijvend karakter. Door de beschikbare kennis op landelijk niveau te borgen, zoals in de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard*, en door de verworven kennis vanuit het platform Water ontmoet Water te borgen, is zonder veel extra inspanning veiligheidswinst te boeken.

De minister heeft in de reactie op dit onderzoek aangeven bereid te zijn te verkennen of de Rijksoverheid toch de mogelijkheid heeft om de veiligheid van beweegbare bruggen in Nederland te verbeteren. De Onderzoeksraad beschouwt dit als een aankondiging om te komen tot een landelijke standaard voor de inrichting van op afstand bediende beweegbare bruggen, inclusief ondersteunende systemen. De problematiek rondom de bediening van bruggen op afstand laat zich goed vergelijken met de verschillen rondom de rotondes in Nederland. De veelheid in uitvoeringen en afwijkende voorrangsregels scheppen verwarring met risicovolle situaties als gevolg. Daarom zal de Onderzoeksraad het initiatief van de minister en de ontwikkelingen met belangstelling volgen, in het belang van alle betrokkenen.

BEGRIPPENLIJST

Autobrug

In dit rapport wordt met autobrug een brug aangeduid die bedoeld is voor al het snelverkeer, waaronder auto's, motoren en vrachtwagens.

Basculebrug

Brug die zich opent en sluit door te draaien om een scharnierpunt. In geopende toestand staat de brugval haaks op het wegdek. Aan één kant van dit scharnierpunt zit de brugval en aan de andere kant het contragewicht. Het contragewicht is vaak niet zichtbaar en geplaatst in een zogenoemde basculekelder.

Basculekelder

De ruimte waar het contragewicht van een basculebrug is ondergebracht.

Bediencentrale

Locatie van waaruit op afstand meerdere kunstwerken worden bediend.

Brug

In dit rapport wordt met brug het gehele bouwwerk aangeduid dat de verbinding voor verkeer verzorgt tussen twee kanten van een waterweg. Dit omvat het (beweegbare en onbeweegbare) deel over het water, maar ook de opritten (de helling) ernaartoe.

Brugbedienaar

In dit rapport gebruikte aanduiding voor de persoon die een brug bedient en bepaalt of en wanneer de brug geopend en gesloten wordt. In de gemeente Zaanstad wordt een brugbedienaar werkzaam op de Centrale Post een Operator Vaarwegen genoemd.

Brugdek

Zie *brugval*.

Bruglicht

Verkeerslicht dat rood is bij een (aanstaande) brugopening. Een bruglicht mag zowel een continu brandend rood licht zijn of een knipperlicht. Voor beide dient een verkeersdeelnemer te stoppen (bron: RVV Art. 72). Ook landverkeerssein genoemd, om aan te geven dat het niet om de lichten voor de scheepvaart gaat.

Brugval

Het beweegbare gedeelte van een brug, ook brugdek of brugklep genoemd.

Centrale Post

Bediencentrale in de gemeente Zaanstad van waaruit veertien bruggen op afstand worden bediend. Een aantal van deze bruggen is niet het eigendom van de gemeente, maar wordt door de gemeente bediend in opdracht van de eigenaar (Rijkswaterstaat, provincie Noord-Holland of ProRail).

Complex systeem

In dit rapport wordt met een complex systeem bedoeld: een systeem dat in zijn geheel bepaalde eigenschappen vertoont die niet af te leiden zijn uit de eigenschappen van elk der samenstellende delen afzonderlijk. Zo is een systeem complex als het uit vele technische componenten en verschillende gebruikers bestaat die van elkaar afhankelijk zijn en op elkaar inwerken.

Fietsbrug

In dit rapport wordt met fietsbrug een brug aangeduid die bedoeld is voor het langzame verkeer, waaronder fietsers, voetgangers en scooters.

Fisheye-camera

Camera met een fisheye-objectief met een sterke groothoek, die een karakteristieke tonvormige vertekening heeft.

Geel knipperlicht

Geel knipperend verkeerslicht dat betekent: gevaarlijk punt; voorzichtigheid geboden (bron: RVV Art. 75).

Kunstwerk

Een kunstwerk in bouwkundige zin is een door mensenhanden gemaakt bouwwerk dat onderdeel uitmaakt van de infrastructuur. Voorbeelden zijn bruggen en sluizen.

Lampbewaking

Technische functionaliteit die controleert of een optisch sein (licht) correct functioneert en een storingsmelding geeft als het licht niet correct functioneert.

Landverkeerssein (LVS)

Zie *bruglicht*.

Operator Vaarwegen

Zie *brugbedienaar*.

PTZ-camera

Pan-Tilt-Zoom camera. Een camera die in horizontale en verticale richting gedraaid kan worden en waarmee in- en uitgezoomd kan worden.

Roodlichtpassage

Weggebruikers kunnen een rood licht zowel bewust als onbewust negeren. Een bewuste passage van een rood licht is meestal niet de directe oorzaak tot een ongeval, maar het kan het risico op en de gevolgen van onbedoelde fouten vergroten.¹ Waar een fietser die bewust een rood licht passeert meestal extra alert zal zijn op de risico's van de verkeersituatie, zal dat bij een fietser die een rood licht onbewust passeert niet het geval zijn.

Schouwproces

Het waarnemen van de situatie op en om de brug door een brugbedienaar ten behoeve van een veilige bediening van de brug. Voor het openen van de brug gaat het hierbij om het beoordelen of het brugdek tussen de slagbomen vrij is van personen en objecten.

Verkeersregelinstallatie (VRI)

Het geheel aan elementen (zoals verkeerslichten) dat nodig is om verkeersstromen te regelen door middel van het geven van signalen aan weggebruikers.

Voorwaarschuwingsssein (VWS)

Geel knipperlicht dat de weggebruiker waarschuwt dat hij een beweegbare brug nadert die geopend gaat worden. Zie ook *Geel knipperlicht*.

¹ Door met Duurzaam Veilig - Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020, SWOV, 2005.

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Op woensdagavond 28 november 2018 vond op de Prins Bernhardbrug in Zaandam een ernstig voorval² plaats. Tijdens het openen van de brug voor de scheepvaart stond een ouder echtpaar tussen de gesloten slagbomen op het beweegbare deel van de brug. Dit werd niet opgemerkt door de brugbedienaar die de brug op afstand bediende. Hij opende de brug, waardoor het echtpaar zich op een steeds schuiner hellend wegdek bevond. Ze zochten snel houvast aan de brugreling. Na tweeënhalve minuut konden zij zich echter niet langer aan de brugreling vasthouden en vielen naar beneden. De man viel via het landhoofd in het water en werd door kordaat optreden van medeweggebruikers en na een geslaagde reanimatie gered. Zijn vrouw viel op het wegdek van het landhoofd en raakte daarbij ernstig gewond.

1.2 Waarom onderzoek door de Onderzoeksraad

In Nederland vinden jaarlijks enkele ernstige incidenten en/of ongelukken plaats met op afstand bediende bruggen. Soms lopen de incidenten goed af, maar gereeld is er ook sprake van ernstige gevolgen, zoals ernstig letsel of schade aan voer- en vaartuigen.

De Onderzoeksraad constateert opnieuw dat er mensen bij het openen van een op afstand bediende brug in problemen raken doordat ze niet werden opgemerkt. Het voorval vertoont sterke gelijkenissen met het dodelijke voorval op 6 februari 2015 op de Dr. J.M. Den Uylbrug in Zaandam, toen een vrouw zich op de brug bevond op het moment dat deze werd geopend. Dit voorval is door de Onderzoeksraad voor Veiligheid onderzocht en het rapport werd in januari 2016 gepubliceerd.³ De ondertitel van het rapport, *Meer dan de som der delen*, maakte duidelijk dat de oorzaak niet enkelvoudig was. De aanbevelingen die volgden uit het rapport richten zich dan ook op het opzetten en uitvoeren van een integrale veiligheidsbenadering bij brugbediening op afstand.

² Rijkswet Onderzoeksraad voor Veiligheid. Artikel 1f: Voorval - gebeurtenis die de dood of letsel van een persoon dan wel schade aan een zaak of het milieu veroorzaakt, alsmede een gebeurtenis die gevaar voor een dergelijk gevolg in het leven heeft geroepen.

³ Onderzoeksraad voor Veiligheid, Ongeval Den Uylbrug, Zaandam. Meer dan de som der delen, januari 2016.

In reactie op het rapport over het voorval op de Den Uylbrug heeft de gemeente Zaanstad aangegeven de aanbevelingen te zullen overnemen en direct een verbetertraject in gang te zetten. De toenmalige minister van Infrastructuur en Milieu (IenM)⁴ gaf in haar reactie aan dat de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* al voorzag in de behoefte van een integrale veiligheidsbenadering voor de bruggen in beheer bij Rijkswaterstaat. Verbeteringen, zoals het aanpassen van de NEN-norm, werden door de minister gezien als een taak voor de betrokken partijen in samenwerking met de branche. Ondanks de in gang gezette verbeteraanpak naar aanleiding van het ongeval in 2015, kon op 28 november 2018 op de Prins Bernhardbrug een soortgelijk ongeval ontstaan. Dit was voor de Raad reden om een onderzoek te starten naar dit brugongeluk. De bevindingen van het onderzoek van dit voorval zijn gespiegeld aan de aangekondigde en genomen maatregelen na het ongeval in 2015. Deze (voorgenomen) maatregelen zijn in dit onderzoek gebruikt als referentiekader. Omdat vergelijkbare ongevallen niet alleen in de gemeente Zaanstad voorkomen, heeft de Raad ook een korte analyse gemaakt van andere incidenten en ongevallen bij het openen van op afstand bediende bruggen in Nederland.⁵

1.3 Doelstelling van het onderzoek

De primaire doelstelling van het onderzoek is vast te stellen wat daadwerkelijk heeft plaatsgevonden (toedracht) en het achterhalen van de directe en achterliggende oorzaken. Daarnaast heeft het onderzoek tot doel om na te gaan hoe het komt dat de aanbevelingen naar aanleiding van het onderzoek naar het dodelijk ongeval op de Den Uylbrug in 2015 en de opvolging daarvan, het ongeval op de Prins Bernhardbrug bijna drie jaar later niet hebben kunnen voorkomen. Verder gaat de Raad in dit onderzoek na of de problematiek breder is dan alleen de gemeente Zaanstad.

1.4 Onderzoeks vragen

Uit de geformuleerde doelstelling volgt een onderzoek dat uit twee delen bestaat, te weten:

- I. Het casusonderzoek, met als centrale onderzoeks vrag:
- Hoe is te verklaren dat de Prins Bernhardbrug geopend werd terwijl twee voetgangers zich op het beweegbare deel van de brug bevonden?

- II. Het verkrijgen van inzicht in de opvolging van de eerder uitgebrachte aanbevelingen aan de gemeente Zaanstad naar aanleiding van het dodelijk ongeval op de Den Uylbrug, met als onderzoeks vrag:
- Hoe komt het dat de aanbevelingen uit het onderzoek naar het ongeval op de Den Uylbrug in 2015 en de opvolging daarvan in de jaren daarna, het ongeval op de Prins Bernhardbrug niet hebben kunnen voorkomen?

⁴ Op het moment van publicatie minister van Infrastructuur en Milieu (IenM), nu minister van Infrastructuur en Waterstaat (IenW).

⁵ Bijlage A: Niet limitatief overzicht ongevallen met op afstand bediende bruggen.

2 TOEDRACHT

2.1 Prins Bernhardbrug Zaandam

De Prins Bernhardbrug (hierna de Bernhardbrug) is een op afstand bedienende brug over de Zaan in Zaandam, gemeente Zaanstad. De eerste Bernhardbrug kwam gereed in 1941 en werd in 2006 geheel vervangen door een nieuwe brug. De Bernhardbrug geeft direct toegang tot de A7 en is daarmee één van de drukst bereden bruggen van Zaandam.



Figuur 1: Kaart met overzicht van bruggen in Zaanstad.

De huidige Bernhardbrug heeft met 4,2 meter een hogere doorvaarthoogte dan de oude brug (2,6 meter). Dit heeft als voordeel dat de brug nu minder vaak open hoeft voor de scheepvaart.

Kenmerkend voor de Bernhardbrug is een strikte scheiding tussen de dubbele hoofdrijbanen voor het wegverkeer en de aan de buitenzijde liggende fiets- en voetpaden.

Vanuit het ontwerp is bedoeld dat fietsers via de oprit en het landhoofd parallel aan het wegverkeer omhoog worden geleid. Zo ook de voetgangers die, als zij het voetpad volgen, de brug van onderaf via trappen betreden. Hierdoor lopen de voetgangers op het laatste moment net voor de brugval op het atypisch gelegen voetpad tussen de fietsers en gescheiden van het wegverkeer. De brugval is het afsluitbare en beweegbare deel van de brug.

De huidige brug is ontworpen in 2004 en opgeleverd in 2006. Leidend voor het ontwerp was de toenmalige norm NEN 6787-2003.⁶



Figuur 2: Prins Bernhardbrug vanuit zuidwestelijke richting, met de fiets- en voetpaden op de flanken. (Bron: Politie, Landelijke Eenheid, Dienst Infrastructuur, Afdeling Luchtvaart)

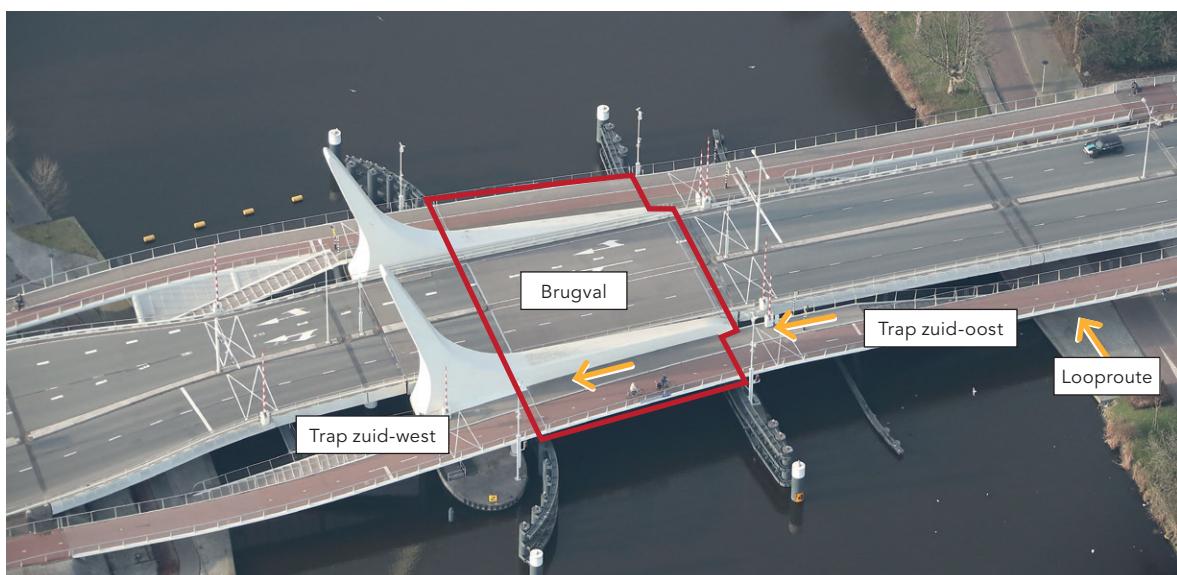
Gelyktijdig met de bouw van de Bernhardbrug is in december 2005 ook de centrale bedieningspost ingericht om bruggen op afstand te kunnen bedienen. Bij een op afstand bediende brug wordt de brug door de brugbediener met een besturingssysteem geopend en gesloten, waarbij alle (verkeers)bewegingen op en rond de brug alleen via camera's zijn waar te nemen. Mede door deze keuze is de Bernhardbrug niet (meer) voorzien van een traditionele lokale bediening, het brugwachtershuisje.

⁶ Deze normen bevatten eisen en aanbevelingen met betrekking tot het ontwerp van beweegbare bruggen om te komen tot veiligheid van personen en eigendommen over de hele levensduur van de brug.

2.2 Avondwandeling

Op de regenachtige woensdagavond van 28 november 2018 met een stevige zuidenwind, liep een ouder echtpaar rond zeven uur het dagelijkse wandelrondje vanuit hun huis langs de oevers van de Zaan. Tijdens dit rondje staken zij al vele jaren de Bernhardbrug over. Doordat ze lokaal goed bekend waren, konden ze altijd duidelijk zien of de brug voor de scheepvaart geopend moest worden.

Er was op deze avond bij het naderen van de brug geen schip zichtbaar, noch vanaf de Wilhelminasluis, noch vanaf de spoorbrug. Aangekomen bij de brug liep het echtpaar onder een paraplu de moeilijk beloopbare trap aan de zuidoostzijde op. Boven aangekomen liep het echtpaar na enkele meters het beweegbare deel van de brug op: de brugval.



Figuur 3: De Prins Bernhardbrug met in het rode kader de brugval. De looproute van de slachtoffers is in het geel aangegeven. (Bron: Politie, Landelijke Eenheid, Dienst Infrastructuur, Afdeling Luchtvaart)

Op het moment dat zij de brugval opliepen, hadden ze nog steeds geen indicatie dat de brug geopend zou worden. Enkele seconden nadat het echtpaar de brug had betreden, gaf de brugbedienaar⁷ het sein aan het scheepvaartverkeer dat de brug geopend zou worden.

Een binnenvaartschip kwam op kruissnelheid aanvaren vanuit de richting van de geopende spoorbrug. Gelijktijdig met het sein voor het schip kreeg het wegverkeer via knipperende lampen aan beide zijden van de brug de voorwaarschuwing dat de brug open zou gaan. Op het moment dat de brugbedienaar de volgende stap in het openen van de brug startte (landverkeer op rood), liep het echtpaar juist ter hoogte van de slagboom voor het langzaam verkeer.

⁷ In het handboek van de gemeente Zaanstad wordt de brugbedienaar geduid als operator.

Tien seconden nadat het echtpaar deze slagboom voorbij liep, daalden automatisch de eerste slagbomen voor het wegverkeer. Tijdens het sluiten van de aanrijdbomen (de eerste slagbomen voor het opritden van de brug) was op twee plaatsen een bel te horen. Eén bel aan de kant van de spoorbrug, de overzijde van waar het echtpaar zich bevond en één bel aan de westkant van de brug. De afrijdbomen (de slagbomen bij het verlaten van de brug van het wegverkeer) sloten 23 seconden later automatisch.

Bij het dalen van de aanrijdbomen voor het wegverkeer liep het echtpaar door naar het midden van de brugval. Het echtpaar stopte bij het horen van de eerste bel voor het wegverkeer, vermoedelijk om te kijken waar het geluid van de bel vandaan kwam.⁸ Na het passeren van een bromfiets op het deel waar het echtpaar zich bevond, sloten ook de slagbomen op het fietspad automatisch en werd het echtpaar tussen de slagbomen ingesloten. De man en vrouw bleven hierna stilstaan. Het echtpaar was voorafgaand aan de daadwerkelijke brugopening anderhalve minuut duidelijk zichtbaar op de in de centrale bedieningspost gepresenteerde camerabeelden.



Figuur 4: Screenshot van de gepresenteerde camerabeelden op het moment dat de aanrijdbomen voor het wegverkeer gesloten zijn. De slachtoffers staan op het voetgangersdeel van de brugval.

Na het sluiten van de laatste slagbomen startte automatisch het ontgrendelen van de brugval. Hierop volgde de vrijgave van het brugbedieningssysteem voor het openen van de brug. Het commando 'start openen' werd hierop direct door de brugbedienaar gekozen.

Na het geven van het commando 'brug openen' ging de brug na vijf seconden daadwerkelijk open. Bij het echtpaar ontstond nu verwarring. Zij besloten tijdens het hellen van de brugval naar de reling te lopen om houvast te zoeken en aandacht te trekken.

⁸ Zie ook paragraaf 3.1.

Tijdens het openen van de brugval signaleerde de brugbedienaar in het beeldscherm van de fietspaden een 'schim' waarbij hij vermoedde dat het mogelijk om een persoon ging. Hierop besloot de brugbedienaar om het proces van openen van de brug te stoppen. Hij deed dit niet met de directe noodstop, maar met het commando 'stop brugproces' om geen schok in de brugval te veroorzaken door het abrupt afstoppen.

Tussen het moment van het daadwerkelijk openen van de brugval en het stoppen van de openingsbeweging verstrekken 60 seconden. Na het stoppen van de brugopening keek één van de slachtoffers met het gezicht recht in de camerabeelden en was goed zichtbaar voor de brugbedienaar. De brugbedienaar maakte na het maken van de stop aan de collega's kenbaar dat hij een probleem had.

Het oudere echtpaar hield zich al die tijd vast aan de reling. Bijna twee minuten [1'45"] na het stoppen van de brugopening hielden zij het niet meer en vielen naar beneden.

Tabel 1 biedt een kort overzicht van de opeenvolgende handelingen en gebeurtenissen op de avond van het voorval, gebaseerd op de *logging commando's* van de Bernhardbrug en de analyse van camerabeelden. De duiding van de camera is in het blauw weergegeven.

Tijdstip	Logging commando's
19:12:52	Echtpaar verschijnt in beeld
19:12:57	Commando scheepvaartsein groen / rood
19:12:58	Commando stop landverkeer
19:13:03	Commando overbrug VRI
19:13:03	Landverkeerseinen rood aan
19:13:03	Echtpaar ter hoogte van afsluitboom (<i>beeld langzaam verkeer</i>)
19:13:13	Aanrijbomen verkeersbrug dalen
19:13:24	Afrijbomen verkeersbrug dalen
19:13:33	Bromfiets verlaat brugval ter hoogte van afsluitboom oost
19:13:37	Slagbomen fietsbrug dalen
19:13:45	Echtpaar staat stil op brugval (<i>beeld langzaam verkeer</i>)
19:13:53	Commando brug open
19:13:58	Brugval omhoog
19:14:05	Schim echtpaar zichtbaar (<i>beeld wegverkeer</i>)
19:14:47	Echtpaar uit beeld of beperkt zichtbaar
19:14:48	Commando stop brugproces
19:15:09	Echtpaar in beeld (<i>beeld langzaam verkeer</i>)

Lees verder op de volgende pagina ➔

Tijdstip	Logging commando's
19:15:11	Passerend schip aan noordzijde brug (boeg)
19:15:26	Passerend schip aan zuidzijde brug (boeg)
19:15:56	Passerend schip verlaat zuidzijde brug (spiegel)
19:16:30	Echtpaar uit beeld (<i>beeld langzaam verkeer</i>)
19:16:33	Echtpaar is gevallen
20:41:38	Commando sluit brug

Tabel 1: Logging commando's brugsturing in combinatie met beeldanalyse. Duiding van de camera wordt in het blauw weergegeven. Door het openen van de brugval en het verplaatsen van het echtpaar naar de brugleuning is het echtpaar in de periode tussen 19:14:47 en 19:15:09 niet tot nauwelijks zichtbaar.

2.3 De brugbediening

2.3.1 Centrale post

De meeste bruggen in Zaanstad worden op afstand bediend vanuit een centrale post. De brugbedieners communiceren in de regel via de marifoon met de schippers. Het scheepvaartverkeer op de Zaan bestaat uit beroepsvaart (circa 5.000 schuttingen op jaarbasis) en pleziervaart in met name de zomermaanden. Zaanstad kent een bedieningsbesluit. Het is bekend wanneer bruggen geopend worden. Bruggen worden op verzoek van de schippers bediend.⁹ Enkele bruggen en de Wilhelminasluis kennen vaste openingstijden voor het scheepvaartverkeer; het weg- en treinverkeer is leidend voor deze tijden.

Wanneer een schip zich aanmeldt, zal de brugbedienaar de brug voor het scheepvaartverkeer openen als er geen beperkingen zijn. Voorbeelden van beperkingen zijn verkeersdrukte, aanrijdende hulpverleningsvoertuigen of een tijdslot. Gestart wordt met een voorwaarschuwing voor het wegverkeer. Idealiter reageren de weggebruikers op deze voorsignalering door zelf tot stilstand te komen.

De centrale post beschikt over vier bedienlocaties (desks) waarvan er drie regulier in gebruik zijn. De bruggen kunnen vanaf elke desk worden bediend door één van de drie brugbedieners (operators). Uitzondering hierop vormt desk 2 vanwaar de spoorbrug wordt bediend.

De leidraad voor het werk van de brugbedieners is het *Kwaliteitshandboek Havens en Vaarwegen Centrale Posthandboek*.¹⁰ Dit handboek wordt met enige regelmaat geactualiseerd en er is sprake van versiebeheer. In het *Kwaliteitshandboek* is vastgelegd dat elke brugbedienaar per dienst een eigen aandachtsgebied heeft. In bijlage vijf van het handboek staat beschreven hoe de taken van de brugbedieners zijn verdeeld (zie kader).

⁹ Bedieningstijden van sluizen en bruggen, RWS februari 2019.

¹⁰ Kwaliteitshandboek brug- en sluisbediening gemeente Zaanstad, versie 10, oktober 2018.

Een operator bedient één object gelijktijdig. Uitzondering hierop is de nautische eenheid Alexanderbrug-Zaanspoorbrug, deze wordt in samenhang bediend. De Bernhardbrug en de Alexanderbrug worden bij voorkeur niet tegelijk bediend. De operators communiceren dit met elkaar en zorgen voor afstemming hierover. De objecten in het verzorgingsgebied Zaanstad worden verdeeld in een vast aandachtsgebied per operator.

1. **Bernhardbrug**, Spoorbrug, Alexanderbrug en Coenbrug
2. Julianabrug, Zaanbrug, Clausbrug, Prinses Beatrixbrug in Knollendam
3. Den Uylbrug, Schiethavenbrug, Nauernaschebrug, Reint Laan jr. brug, Vaartbrug en in geval van storing de William Pontbrug.
4. Operator Sluiswachter: bedient de Wilhelminasluis, de Beatrixbrug en de Wilhelminabrug

De operator van de spoorbrug is de enige operator die gekoppeld is aan een vaste desk (nummer 2) in verband met de bediening van de Spoorbrug.

De operators bepalen voorafgaand aan de dienst wie welke configuratie bedient.

De operators spreken onderling duidelijk af welke brug tijdelijk wordt overgedragen en wanneer deze weer wordt teruggegeven.

In het handboek zijn de te bedienen bruggen gekoppeld aan de desk. Op de avond van het ongeval was een afwijkende brug toedeling. De bediening van de Bernhardbrug was toebedeeld aan de brugbedienaar op desk 3.

Desk 1: Julianabrug, Zaanbrug, Clausbrug, Prinses Beatrixbrug in Knollendam

Desk 2: Spoorbrug, Alexanderbrug en Coenbrug

Desk 3: **Bernhardbrug**, Den Uylbrug, Schiethavenbrug, Nauernaschebrug, Reint Laan jr. brug, Vaartbrug en in geval van storing de William Pontbrug.

2.3.2 De brugbediening tijdens het voorval

Op 28 november 2018 was voorafgaand aan de bewuste opening van de Bernhardbrug het aanbod voor de spoorbrug leidend. Voor de spoorbrug, die gebonden is aan een vaste slottijd waarin de brug geopend mag worden, lagen twee schepen op doorvaart te wachten. De spoorbrug mocht alleen tussen 19.08 uur en 19.15 uur geopend worden. Aan de noordkant van de brug lag een leeg binnenvaartschip met bestemming de Wilhelminasluis en ten zuiden van de spoorbrug lag een schip dat in noordelijke richting voer.

Direct na de opening van de spoorbrug voer het lege binnenvaartschip op kruissnelheid en binnen de toegestane snelheid in de richting van de Bernhardbrug. De brugbedienaar die de Bernhardbrug zou bedienen was op dat moment afwezig voor een sanitaire stop. Omdat de spoorbrug al geopend was en het schip doorvoer naar de Bernhardbrug, vroeg de brugbedienaar van de spoorbrug aan de derde aanwezige collega om de opening van de Bernhardbrug voor zijn rekening te nemen. De brugbedienaar was bekend met de Bernhardbrug en had eerder in de middag de Bernhardbrug ook al bediend.

Nadat de brugbedienaar op verzoek de bediening van de Bernhardbrug had overgenomen, startte hij direct met de bediening van de brug. Hij wist dat de spoorbrug en de Bernhardbrug slechts 550 meter uit elkaar liggen en dat het lege schip binnen drieënhalve minuut bij de Bernhardbrug zou aankomen. Als eerste actie zette hij het scheepvaartsein aan de noordzijde op rood/groen¹¹. Dit betekent dat doorvaren verboden is, dat het schip gereed moet houden en dat doorvaren kort daarna wordt toegestaan.

Op basis van opgevraagde *logging*¹² is vastgesteld dat het binnenvaartschip met een gemiddelde snelheid van 10 kilometer per uur voer (maximumsnelheid 12 kilometer per uur) en vanuit de wachtpositie voor de spoorbrug na ruim drie minuten [3'21"] voor de Bernhardbrug lag. Na de 'rood/groen aankondiging' voor het naderende schip heeft de brugbedienaar het voorwaarschuwingsysteem voor het landverkeer in werking gezet. Dit systeem laat normaliter de waarschuwingslampen gedurende 40 seconden knipperen, binnen welk tijdsbestek het wegverkeer wordt geacht te stoppen. Na de 40 seconden dalen de aanrijbomen automatisch.

Om ervoor te zorgen dat een optimale doorstroming van het scheepvaart verkeer kon plaatsvinden, en het aanvarende schip geen snelheid te laten minderen, heeft de brugbedienaar de 40 seconden niet afgewart. Hij heeft er na vier seconden voor gekozen om gebruik te maken van de op deze brug beschikbare versnelde procedure¹³. Hierdoor is de voorwaarschuwingsperiode verkort van 40 naar vier seconden. Na deze handmatige ingreep werd het signaal 'landverkeerseenen rood' gestart en sloten de aanrijbomen na 10 seconden verder automatisch.

Na het sluiten van de laatste afrijbomen voor het langzaam verkeer heeft het systeem nog dertien seconden nodig voor het ontgrendelen van de brugval en vrijgave in het systeem te genereren om de brug te kunnen openen. Dit tijdspad wordt door de brugbedienaar gebruikt om te schouwen. Het staat de brugbediener echter vrij om, indien noodzakelijk, meer tijd nemen.

Na vrijgave in het systeem om de brug daadwerkelijk te kunnen openen, koos de brugbedienaar vrijwel direct het startcommando 'brug openen'. De brugbedienaar concentreerde zich hierna op de hoofdschermen en keek zijdelings naar het quad beeldscherm waarop het langzaam verkeer is te zien. Dit beeldscherm toont in real time het langzaam verkeer op de brug.

¹¹ Binnenvaart Politie reglement d.d. 01-01-2017, artikel 6.26 Doorvaren van beweegbare bruggen, lid 3b.

¹² Opgevraagde data www.MarineTraffic.com.

¹³ In Zaanstad zijn niet alle bruggen voorzien van een mogelijkheid om de voorwaarschuwingsperiode te verkorten. Dit is alleen mogelijk bij bruggen waar een VRI op de kruising in de directe nabijheid van de brug aanwezig is.



Figuur 5: Opstelling bedieningspaneel; de schermen op de centrale post in december 2018. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Tijdens de daadwerkelijke brugopening zag de brugbedienaar een schim en rees bij hem het vermoeden dat hij mogelijk iemand op de brugval had gemist. In reactie hierop heeft hij ervoor gekozen om het openen van de brug via de soft stop te stoppen. Hij heeft op dat moment geen contact opgenomen met de schipper om te vragen of een noodstop mogelijk was, zodat hij de brug weer zou kunnen sluiten. Vanuit zijn eigen nautische ervaring nam de brugbedienaar aan dat, gelet op de snelheid van het schip, het stoppen niet mogelijk zou zijn.

De cameraopstelling op de Bernhardbrug biedt tijdens het openen van de brug al snel geen totaal beeld en zo ook geen zicht meer op de brugval. Door het ontbreken van een totaalbeeld had de brugbedienaar geen (over)zicht van wat er zich op dat moment op de brugval en op het landhoofd afspeelde. De op het landhoofd aanwezige passanten trachtten de aandacht te trekken van de brugbedienaar en het echtpaar te helpen. Hiervoor kropen enkelen onder de slagboom door. Zelf invullend en zo wetend wat er zich vermoedelijk afspeelde op de brugval gebood de brugbedienaar deze mensen met behulp van de omroepinstallatie om terug te gaan achter de slagboom. Eerder mocht de brug niet gesloten worden.

Ook na de doorvaart van het schip besloot de brugbedienaar om de brug niet te sluiten, omdat hij het risico wilde uitsluiten dat mensen bekneld konden raken bij het sluiten van de brugval. Kort na de doorvaart van het binnenvaartschip viel het echtpaar naar beneden. De brugbedienaar waarschuwde de regionale meldkamer in Haarlem via de directe lijn. De regionale meldkamer was via 112-meldingen van passanten al op de hoogte gebracht.

Samenvatting:

De Bernhardbrug werd geopend door een brugbedienaar die deze taak overnam van een collega. De brugbedienaar is direct gestart met de bediening van de brug om deze te openen voor het naderende binnenvaartschip. De brugbedienaar heeft tijdens het schouwen het echtpaar niet opgemerkt.

Uit analyse van de beelden blijkt dat de slachtoffers voor en tijdens het openen goed in beeld zijn geweest op het beeldscherm. Het gaat om iets meer dan een minuut dat het echtpaar te zien is op een deelscherm.

De brugbedienaar had na het gegeven commando 'brug openen' al snel geen totaal zicht meer op de brugval. Door de aanwezige cameraopstelling is tijdens het openen van de brug slechts een beperkt deel van de brugval in beeld.

3 ANALYSE

Uit verschillende onderzoeken, uitgevoerd door meerdere partijen naar ongevallen en incidenten met op afstand bedienende bruggen¹⁴, komt naar voren dat de meeste voorvallen zich voordoen op de wegvakken tussen de slagbomen. Centraal staat de vraag in deze onderzoeken: waarom worden de slachtoffers niet of (veel) te laat gezien? Waarom wordt er geen actie ondernomen? Deze vragen worden ook bezien in de context van de aangekondigde en genomen maatregelen na het ongeval op de Den Uylbrug in 2015.

3.1 Bediening van bruggen op afstand

De bruggen in Zaanstad zijn gebouwd in verschillende tijdvakken en hebben verschillende specifieke bedieningsaspecten. Aanvankelijk werden alle bruggen bediend door brugbedieners op de bruggen zelf die lokaal bekend waren. In 2006 is men overgegaan naar de centrale bediening op afstand.

Bij de bediening op afstand is uniformiteit nog meer van belang dan bij lokale bediening. Een gebrek aan uniformiteit vergroot de risico's op het maken van fouten. De brugbedieners moeten immers de specifieke bedieningsaspecten kennen van alle bruggen die ze lokaal en ook vanuit de centrale post bedienen. Dit vergt niet alleen het opstellen en gebruiken van eenduidige protocollen, maar ook het daarop aanpassen van de lokale systemen op de op afstand te bedienen bruggen.

De overgang naar de centrale bedienpost is niet direct benut om de bediening van alle bruggen uniform te maken. Dit was in eerste instantie niet de doelstelling, maar is later wel erkend. Nadat de bediening van de op afstand bediende bruggen uniform was, zijn er na 2014 opnieuw aanpassingen gedaan die de uniformiteit weer verstoorden. Zo bestaan er nog steeds verschillen in hoe de bruggen op afstand met het brugbesturingssysteem (SCADA¹⁵) worden bediend.

De brugbedieners bedienen in de hoofdvaarwegen dertien bruggen op afstand: negen van de gemeente Zaanstad, twee van Provincie Noord-Holland, één van Rijkwaterstaat en de spoorbrug van ProRail. Daarnaast worden twee bruggen en de sluis lokaal bediend. In totaal zijn er ongeveer 140 openingen per dag. Uit onderzoek naar de werkstandigheden en in het bijzonder de werkdruk, uitgevoerd in opdracht van de gemeente Zaanstad, blijkt dat de standaardbezetting van drie brugbedieners afdoende is voor het werkaanbod.¹⁶

¹⁴ Beknopte rapportage Sloebrug incident: <https://www.zeeland.nl/actueel/provincie-wil-bediening-bruggenoptimaliseren-na-incident-sloebrug#>,
Incidentonderzoek Haastrechtsebrug: <https://www.gouda.nl/dsresource?objectid=cfb5717c-dbba-4d1d-aca0-529b37cf81e&type=org>,

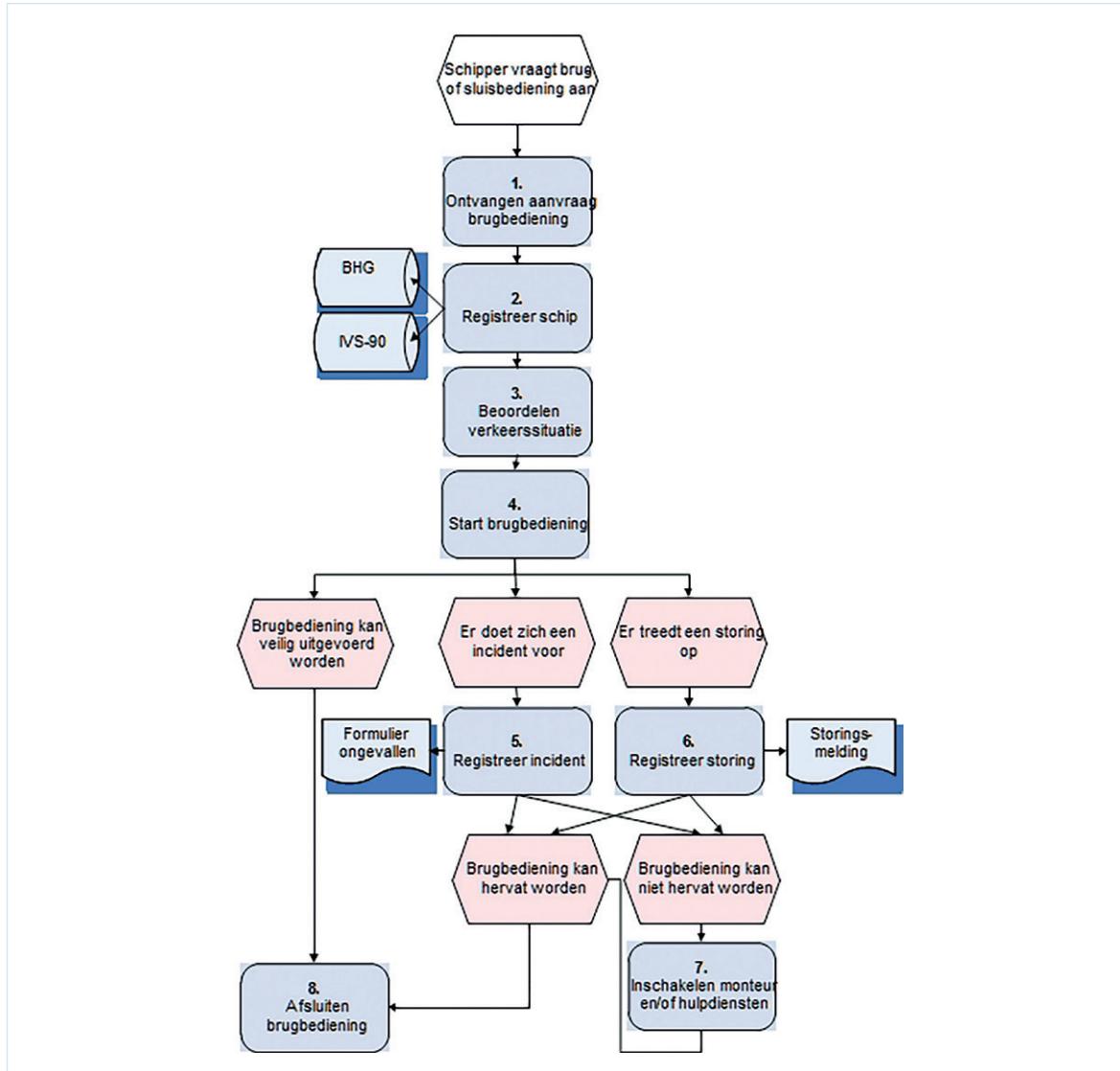
Incident Bosrandbrug: <https://api1.ibabs.eu/publicdownload.aspx?site=noordholland&id=1100047811>

¹⁵ SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition systemen.

¹⁶ Centrale post Zaanstad, visie op werkorganisatie, december 2014.

3.1.1 Leidraad bedieningsproces

De leidraad voor het werk van de brugbedieners is het Kwaliteitshandboek Havens en Vaarwegen Centrale Posthandboek.¹⁷ Dit handboek wordt regelmatig geactualiseerd. Het handboek komt voort uit de landelijke Richtlijn Vaarwegen opgesteld door de Commissie Beheer Vaarwegen.



Figuur 6: Procesbeschrijving uitvoeren brug- en sluisbediening – kwaliteitshandboek. (Bron: Gemeente Zaanstad)

Intern is voor de brugbedieners bijlage 8 van de *Procesbeschrijving uitvoeren brug- en sluisbediening* leidend.¹⁸ In processtap 3, het beoordelen van de verkeerssituatie, wordt verwezen naar normen die voor de brugbedieners te vinden zijn in het kwaliteitshandboek bij de desks. In het kwaliteitshandboek wordt echter niet per brug en ook niet in het algemeen beschreven wat verwacht wordt tijdens de schouw. Dat wil zeggen dat de brugbedienaar een eigen afweging maakt of de brug veilig bediend kan worden.

17 Gemeente Zaanstad, Kwaliteitshandboek brug- en sluisbediening, versie 10, oktober 2018.

18 Gemeente Zaanstad, Kwaliteitshandboek brug- en sluisbediening, versie 10, oktober 2018.

Het schouwen is van groot belang voor het veilig bedienen van een brug. In de lesstof van de cursus voor bediening van bruggen op afstand met camera's wordt dit belang als volgt benadrukt en toegelicht:

Het meest kritische onderdeel bij het bedienen van bruggen en sluizen is het professioneel schouwen. Schouwen is het gericht scannen, waarnemen en interpreteren van alle gebieden, objecten en (vaar)weggebruikers op, onder en in de omgeving van het te bedienen object. Een zorgvuldige manier van schouwen door de bedienaar leidt tot een hoog niveau van veiligheid voor weggebruikers en vaarweggebruikers.¹⁹

De bruggen in Zaanstad worden met behulp van een besturingssysteem bediend. De brugbedienaar kan alleen met de aanwezige camera's het weg- en scheepvaartverkeer schouwen. Het aantal beschikbare camera's verschilt per brug. Ook is de besturingslogica en daarmee de bediening zelf niet voor alle bruggen in Zaanstad uniform.

Conclusie:

Door verschillen in de besturing is er geen uniformiteit in de bediening van de bruggen. Het bedieningsprotocol voor de brugbedieners benoemt alleen de operationele hoofdstappen in de bediening.

Door dit gebrek aan uniformiteit in de bediening worden veiligheidsrisico's geïntroduceerd. Specifieke omstandigheden die per brug aanwezig zijn, worden niet benoemd.

3.2 Schouwen met camera's

De cameraopstelling op de brug en de beeldpresentatie zijn bepalend voor het beeld en het inzicht dat de brugbedienaar kan krijgen. Bij de Bernhardbrug zijn aan beide kanten camera's geplaatst. Het probleem met een dergelijke cameraopstelling, waar de camera's aan landzijde en afrijdzijde het verkeer in beeld brengen zoals het van de ene kant naar de andere kant rijdt, is dat bij het overlappen van de beelden de auto's 'tegen elkaar in' lijken te rijden in plaats van dat zij logischerwijze één richting volgen. Voor de bediener van de brug is dat vermoedelijk en kan het verwarringen opleveren. Daarnaast kunnen de koplampen en de openbare verlichting verblinding opleveren voor de camera's die in die positie gericht zijn.²⁰

¹⁹ Nationale Nautische Verkeersdienst Opleiding (NNVO), 03.04 cursus: Bediening op afstand met camera's.

²⁰ Deze informatie is ontleend aan de rapportage van het Integraal veiligheidsteam Zaanstad.

De cameraopstelling is ook bij andere op afstand bediende bruggen een herkende zorg. Op camerabeelden ziet de bedienaar geen diepte, maar een ééndimensionaal ‘plat’ beeld. Hij kan daardoor informatie missen die nodig is voor het veilig bedienen van de brug. In de lesstof voor het bedienen op afstand met camera’s is deze problematiek als volgt beschreven:²¹

Bij het bedienen met camera’s moet de bedienaar te allen tijde in de gaten houden of de camerabeelden voldoende informatie weergeven om veilig te kunnen bedienen. Een camera levert een mono-beeld van de werkelijkheid. Je ziet dus geen diepte, maar een ‘plat’ beeld.

De hersenen nemen bewegende objecten gemakkelijker waar dan stilstaande objecten. De beweging op het beeldscherm is ook nog eens verkleind en valt daardoor ook minder op. Kijken naar beeldschermen vereist een andere techniek dan het kijken naar de echte wereld.

Omdat veel details verloren gaan is het des te belangrijker om een goede kijktechniek te ontwikkelen. Die techniek begint met het scannen van alle informatie, inclusief de camerabeelden. Rustig naar een beeld kijken levert dus niet altijd de juiste informatie op. De bedienaar moet ervoor zorgen dat hij alle plekken van het gezichtsveld actief bekijkt. Dit kan hij doen door voortdurend de schermen te scannen en te benoemen waarnaar hij kijkt.

De huidige cameraopstelling (2005) van de Bernhardbrug is voortgekomen uit keuzes die gemaakt zijn bij het ontwerp van de brug in 2004. De camera’s staan opgesteld op beschikbare plaatsen en vanuit de perceptie van dat moment, dat dit het optimale beeld was.

Eind november 2018 heeft een adviesbureau op verzoek van de gemeente Zaanstad het rapport *Beoordeling zicht afstandsbediening Bernhardbrug* opgesteld. Leidend voor het advies zijn de eisen zoals die worden gebruikt in de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard*. Een advies uit dit rapport is om de huidige opstelling te verbeteren met zogeheten *Pan Tilt Zoom*²² (PTZ) camera’s en zo nodig anders op te stellen.²³ In het rapport is benoemd dat de brugbedienaar met de huidige opstelling en met name bij de daadwerkelijke opening van de brug geen totaalbeeld van de situatie krijgt gepresenteerd. In het volgende hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de verbeteracties die na de ongevallen op de Den Uylbrug en de Bernhardbrug zijn geïnitieerd. Dit leidt tot de volgende deelconclusies:

²¹ NNVO, 03.04 cursus: Bediening op afstand met camera’s.

²² Pan Tilt Zoom camera: deze camera kan door afstandsbediening draaien naar en ook inzoomen op een object. De bediening vraagt aandacht en de camera komt niet automatisch terug naar een uitgangspositie en blijft staan op de gekozen positie.

²³ Zoals nu wordt voorgesteld genereert dit extra risico’s bij onjuist en/of gehaast gebruik omdat het gebruik van PTZ camera’s meer handelingen van de brugbedienaar vereist. Dit gaat weer ten koste van de waarnemingen.

Deelconclusies:

De gekozen cameraopstelling ondersteunt de brugbedieners onvoldoende bij het schouwen van de brug. De brugbedienaar heeft geen totaalbeeld van de situatie voor en op de brugval op alle momenten tijdens het openen en sluiten.

De huidige cameraopstelling van de Bernhardbrug is voortgekomen uit keuzes die gemaakt zijn bij het ontwerp van de brug in 2004. Wanneer nu, met bijvoorbeeld de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* (geldend voor Rijkswaterstaat) als referentie, een ontwerp gemaakt worden, dan zou dat resulteren in een fundamentele aanpassing van de huidige cameraopstelling.

3.3 Waarnemen en observeren bij brugbediening

Bij het openen en sluiten van een brug wordt een groot beroep gedaan op het visuele waarnemingsvermogen van brugbedieners en hun capaciteiten om vervolgens de noodzakelijke handelingen te verrichten. Zij moeten niet alleen waarnemen, maar ook observeren, vergelijkbaar met kijken en zien. In de context van brugbediening is waarnemen een continu proces, terwijl het observeren specifiek gericht is op een uit te voeren taak in een afgebakende periode. Observeren is dus een vorm van doelgericht waarnemen. Bepalend voor het goed observeren is welke punten men systematisch moet waarnemen om een bepaalde taak uit te voeren.

Een complicerende factor bij het op afstand bedienen van bruggen is dat brugbedieners alles wat er gebeurt op de brug via camera's moeten waarnemen en observeren. Daarmee ontstaat verregaande afhankelijkheid van een goede samenhang en interacties tussen techniek, mens en omgeving. De Onderzoeksraad wees er in zijn onderzoek naar het dodelijk ongeval op de Den Uylbrug op dat deze samenhang en interacties de veiligheid van de brugbediening in belangrijke mate bepalen.



Figuur 7: Uitsnede quad scherm, de vier in één gepresenteerde beelden van het langzaam verkeer op de Prins Bernhardbrug. Linksboven langzaam verkeer vanuit zuidwestelijke richting; linksonder langzaam verkeer vanuit zuidoostelijke richting; rechtsboven langzaam verkeer vanuit noordwestelijke richting; rechtsonder langzaam verkeer vanuit noordoostelijke richting. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

De huidige presentatie van de beelden op het quad beeldscherm in de centrale bedieningspost in Zaandam is voor het menselijk brein onlogisch en daarmee lastig te interpreteren. De gepresenteerde beelden liggen niet in één vlak maar worden boven elkaar weergegeven. Zo rijdt een fietser boven in het scherm 'het beeld in' en komt vervolgens op het beeld beneden op het scherm weer tevoorschijn. Er is weliswaar een overlap in de beelden, maar nergens heeft de brugbedienaar een doorlopend totaaloverzicht van alle bewegingen van het fietsverkeer. Bovendien ziet hij op de schermen tegengestelde rij- en looprichtingen.

De huidige presentatieveorm van beelden bemoeilijkt het opnemen en verwerken van de informatie die nodig is voor een veilige bediening van de brug. Om de brugbedieners adequaat te ondersteunen dienen de camerabeelden gepresenteerd te worden op een wijze die aansluit bij het natuurlijke waarnemingsvermogen van de mens. Observeren is dan ook lastig uit te voeren en zal zich in de regel beperken tot waarnemen. Dit leidt tot de volgende deelconclusie.

Deelconclusie:

De cameraopstelling en de presentatie van de camerabeelden geven de brugbedieners door de beperkingen geen afdoende ondersteuning voor het veilig bedienen van een brug.

3.4 Staande praktijk: scheepvaart eerst

Waar drukke vaarroutes en landverkeerswegen elkaar moeten kruisen, zijn vaak beweegbare bruggen aangelegd. Bij het openen en sluiten van die bruggen moet telkens een afweging worden gemaakt wie op welk moment voorrang krijgt. Als een schip voorrang krijgt, moet het wegverkeer wachten en vice versa. Informatiesystemen kunnen schippers en weggebruikers helpen bij het anticiperen op het openen en sluiten van bruggen, zodat ze hun route efficiënt kunnen plannen en hun wachttijd kunnen beperken.

Op de Zaan in het verzorgingsgebied van de gemeente Zaanstad wordt het informatiesysteem van *Blauwe Golf Verbindend*²⁴ officieel niet toegepast, maar uit het onderzoek is gebleken dat de brugbedieners wel in de geest hiervan werken en deze aangeleerde werkwijze dagelijks toepassen. Dit betekent dat brugbedieners zoveel mogelijk streven naar een werkwijze die ervoor zorgt dat de beroepsvaart zonder afremmen kan doorvaren. Deze manier van werken wekt bij de schippers de indruk dat ze met hun schip na aankondiging dat er geopend gaat worden, zonder afremming kunnen doorvaren.

²⁴ Blauwe Golf Verbindend ontsluit real-time gegevens over geopende bruggen en beschikbare ligplaatsen in havens. Het gaat om informatie waarmee schippers en weggebruikers hun reis en aankomst beter kunnen plannen, met minder hinder en ergernis en zonder onnodig brandstofverbruik en uitstoot van uitlaatgassen. Blauwe Golf biedt deze gegevens voor een groot aantal regio's in Nederland (www.blauwegolfverbindend.nl). Zie ook <https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/2018/02/blauwe-golf-verbindend-zorgt-voor-efficienter-vaarweggebruik.aspx>

Een verzoek tot openen wordt in beginsel door de schipper gedaan, maar er zijn enkele beperkingen. Op verzoek van hulpverleningsdiensten zal de brug gesloten blijven, of wordt indien geopend contact opgenomen met de meldkamer. Rijkswaterstaat en de provincie bepalen de openingstijden van hun bruggen in overleg. De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) stelt de tijden van de spoorbrug vast.

In het onderzoek naar aanleiding van het ongeval op de Den Uylbrug is destijsd de conclusie getrokken dat:

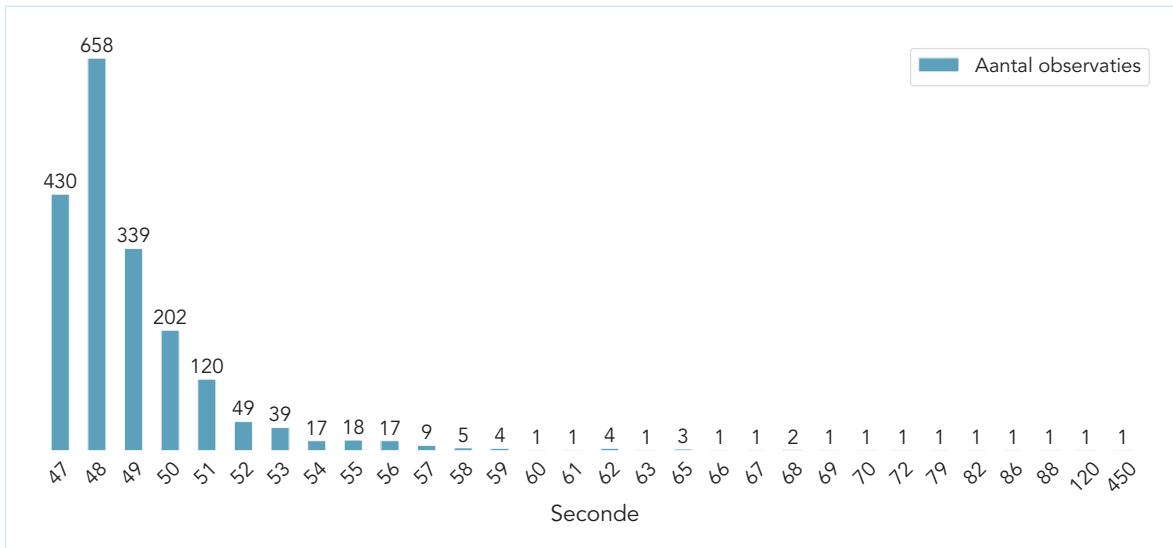
Door een eenzijdige focus op technische oplossingen werd veiligheid – waar de gemeente Zaanstad als brugbeheerder verantwoordelijk voor was – het probleem van de brugbedienaar.

Dit betekende dat op het uitvoerende niveau de brugbedienaar te weinig handvatten geboden werden om risicotolle situaties te herkennen en goed te beoordelen. De beslissing of een brug veilig geopend kon worden, nam de bedienaar geheel op basis van eigen opgedane ervaring en inzichten. Hij moet zelf beoordelen of hij gezien zijn werkcomstandigheden in staat is om een dergelijke beslissing te nemen.

Om een beeld te vormen of brugbedienars daadwerkelijk extra tijd nemen bij het openen van een brug is de informatie uit het besturingssysteem geanalyseerd. Deze informatie is absoluut en geeft geen indicatie of het verantwoord was om de voorwaarschuwinstijd te verkorten en of het verantwoord was direct na vrijgave voor open te kiezen.

Op de vraag hoe snel de Bernhardbrug geopend wordt na vrijgave, heeft de Onderzoeksraad de gegevens over een periode van ruim een jaar geanalyseerd.²⁵ Als bron voor de analyse diende de gelogde gegevens uit de PLC. In de periode van 10 januari 2018 tot en met 26 februari 2019 was er sprake van 13.879 openingen van alle op afstand bediende bruggen. De Bernhardbrug werd in totaal 2.593 keer geopend. In 1.930 gevallen (74%) werd gebruik gemaakt van de procedure om de voorwaarschuwinstijd van 40 seconden te verkorten. Na de reguliere tijd of na het kiezen van de verkorte procedure start het reguliere afsluitproces van de brug voor het landverkeer. Uiteindelijk is het na 47 seconden daadwerkelijk mogelijk om het commando 'brug open' te kiezen. Uit de analyse blijkt dat brugbedienars gefocust zijn op het startmoment (het beeldscherm), omdat na vrijgave voor de openingen van de Bernhardbrug het commando 'openen' nagenoeg direct wordt gegeven.

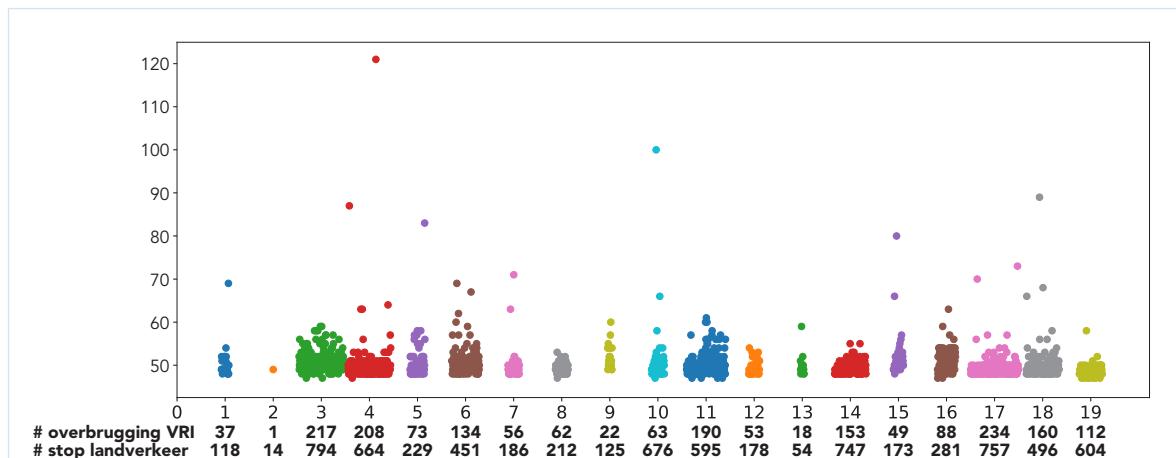
²⁵ Bron: Gegevens PLC- programmeerbare logische sturing.



Figuur 8: Bediening van de Bernhardbrug. Op de X-as staat de tijd in seconden vanaf 47 seconden. Vanaf dit moment is het mogelijk de brugval daadwerkelijk te openen. Op de Y-as is cumulatief het aantal commando's weergegeven.

Verder is gekeken naar de onderlinge verschillen tussen de brugbedieners. In grote lijnen komt deze analyse overeen met de grafiek in Figuur 8, maar er zijn ook verschillen te zien in de werkwijze per brugbediener.

In de grafiek (Figuur 9) zijn de responsijden van het kiezen voor de brugopeningen opnieuw in de tijd uitgezet, maar nu per brugbediener. Ook nu is de ondergrens 47 seconden en is de spreiding per brugbediener te zien. De grafiek laat ook hier zien dat de brugbedieners nagenoeg direct kiezen voor de daadwerkelijke brugopening.



Deelconclusie:

De mogelijkheid om een brug versneld te openen, door gebruik te maken van de overbrugging is bij brugbedieners een standaard werkwijze geworden. Bij 74% van de brugopeningen de mogelijkheid om de voorwaarschuwingsstijd te verkorten gebruikt. Eenduidigheid voor het landverkeer wanneer de slagbomen daadwerkelijk dichtgaan gaat hiermee verloren.

Als de brugbediener zich focust op het moment dat het commando brug openen gekozen kan worden, is zijn aandacht bij het besturingssysteem en niet 'buiten'. Daardoor mist hij de laatste informatie die het verschil kan maken. .

De staande praktijk is dat schepen bij het sein rood/groen er vanuit gaan dat zij kunnen doorvaren. Met de ingeslepen werkwijze domineert het scheepvaartverkeer in de huidige praktijk, wat kan leiden tot zelfopgelegde druk bij brugbedieners.

3.5 Training brugbediener

Eén van de maatregelen die de gemeente heeft genomen na het ongeval op de Den Uylbrug was het aanpassen van het personeelsbeleid. De aanpassingen van de selectie, keuring en aanvullende training van brugbedieners zijn inmiddels geïmplementeerd. Op de avond van het voorval bij de Bernhardbrug was op de centrale bedieningspost een bezetting met ervaren en adequaat opgeleide brugbedieners. Eén van de cursussen die ze moeten volgen is gericht op bediening van een brug op afstand met behulp van camera's.

In de cursus voor het bedienen van bruggen op afstand met camera's wordt in de lesstof verdiepend ingegaan op het verschil tussen schouwen, monitoren en waarnemen. Elke fase van het afsluiten en openen van een brug kent specifieke voorwaardelijke schouwmomenten (zie kader paragraaf 3.1): specifiek het schouwen voorafgaand aan het sluiten van de verschillende landdelen en later, voor het sluiten van de brug, het schouwen van het waterdeel. Ook na het commando brug openen gaat het bewaken van de beelden door om eventuele problemen direct te signaleren.

Voor het uitvoeren van complexe taken, zoals het bedienen van bruggen, waarbij telkens verschillende belangen moeten worden afgewogen, zal in de praktijk de centrale rol bij de mens blijven liggen; deze kan snel situaties beoordelen en passende maatregelen nemen. Mensen kunnen daarbij echter wel fouten maken. In de industrie is in de afgelopen decennia veel studie verricht naar oorzaken van menselijke fouten tijdens het nemen van beslissingen in dergelijke situaties. Wil men kunnen achterhalen waarom het fout gaat, dan zal eerst de normale routine in kaart gebracht moeten worden. De kwaliteit van de procesverwerking van het anmelden van het schip tot en met het openen van de brug wordt hoofdzakelijk bepaald door de wijze waarop informatie door de brugbediener zelf verwerkt wordt. De brugbediener zal in de eerder beschreven staande praktijk voorrang geven aan het scheepvaartverkeer. De aandacht ligt vanaf de start primair bij het naderende schip.

Het stoppen van het landverkeer komt vervolgens op een tweede plaats. Door deze wijze van werken kan dit met het geleerde en getrainde in gedrang komen.

Deelconclusie:

Als er sprake is van een complexe situatie, ook al komt deze vaak voor, waarin iemand snel een beslissing moet nemen waarvoor hij niet voldoende is geoefend of waarin hij niet voldoende met hulpmiddelen wordt ondersteund, is de kans het grootst dat hij een fout maakt. De fout wordt vervolgens niet gedetecteerd of herkend en dus niet hersteld.

3.6 Voetgangers op de brug

3.6.1 Inrichting van de brug voor voetgangers

Brugbedienars hebben naast het scheepvaartverkeer ook te maken met de diverse soorten wegverkeer: het snelverkeer, langzaam rijverkeer (zoals fietsers) en voetgangers. De Bernhardbrug wordt dagelijks intensief gebruikt door honderden voetgangers. Kenmerkend voor de Bernhardbrug is dat het de bedoeling is dat voetgangers niet via de landhoofden op de brug komen, maar via moeilijk beloopbare trappen²⁶ die net voor de brugval zijn gelegen. In de praktijk komt het ook voor dat de voetgangers via de landbrug komen aanlopen. Op 28 november werd het normale voetpad belopen. Dit betekent dat een brugbedienaar voetgangers niet eerder ziet aankomen; hij krijgt pas zicht op hen vlak voordat zij de brugval betreden.

Op de avond van het ongeval kwam het echtpaar de brug op via de zuidoostelijke trap en bereikte na enkele meters de openstaande afsluitboom.²⁷ Na het kruisvak – het gebied dat de slagboom markeert – heeft het wegdek zowel op het vaste als op het beweegbare deel een slijtlaag in dezelfde kleur. Na de afsluitboom is, behalve aan een smalle naad tussen twee wegdelen, niet te zien waar het vaste wegdek ophoudt en het wegdek van de brugval begint. Dit geldt zowel bij daglicht (zie Figuur 10) als bij duisternis. Het wegdek op de brugval is niet afwijkend gekleurd of gemarkerd, zoals dat bij de Den Uylbrug na het voorval in 2015 inmiddels wel het geval is.

Wat verder opvalt, is dat de ‘roodlicht afsluitlampen’ zo hoog geplaatst zijn dat deze aan de oostkant normaal gesproken wel zichtbaar kunnen zijn, maar aan het zicht worden onttrokken als men onder een paraplu loopt, zoals het echtpaar op de regenachtige avond van 28 november 2018.

Ook worden de lampen en bel nagenoeg gelijktijdig met het sluiten van de bomen gestart. Er is voor het langzaam verkeer, de voetgangers in het bijzonder, geen voorwaarschuwing dat de brug geopend gaat worden.

²⁶ De verhouding tussen de optrede en de aantrede maakt het beklimmen van de trap lastig, waardoor de aandacht op de treden is gericht.

²⁷ Anders is dit aan de westkant: daar loopt men aan het einde van de trap direct tegen de afsluitboom aan en de brugval op.

Deelconclusie:

Het is voor voetgangers onduidelijk of zij zich op de brugval bevinden, aangezien het wegdek van de brugval niet onderscheidend is ten opzichte van de rest van het wegdek.

Bij gebruik van paraplu's hebben voetgangers beperkt zicht op de landverkeersseinen en bestaat het gevaar dat ze op het laatste moment geconfronteerd worden met dalende slagbomen voor zich, of als ze de slagboom al gepasseerd zijn, ook achter zich.

Langzaam verkeer, in het bijzonder voetgangers, krijgt geen enkele voorwaarschuwing.



Figuur 10: Voetgangersgedeelte Bernhardbrug. Linksonder: de zuidoostelijke opgang, direct na het bereiken van het einde van de trap bij daglicht. Rechtsonder: de zuidoostelijke opgang in de avond, gezien van onderaan de opgang tijdens een brugopening. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

3.6.2 Stressvolle situatie

De situatie zoals het echtpaar heeft beleefd, past bij het menselijk gedrag dat zich openbaart bij calamiteiten. Na het eerste belseignaal realiseerden zij zich dat ze zich op de brugval bevonden. Rationeel (en achteraf) gezien was het logisch geweest als ze naar een veilige kant van de afsluitbomen waren gelopen. Dat gebeurde echter niet. Cognitieve effecten maken dat de invloed van stress die ontstaat na de eerste verwarring, blokkades genereren. Bekend is dat dit van invloed kan zijn op het menselijk gedrag.

Voorbeelden van dit gedrag zijn verwarring, desoriëntatie, moeite met het nemen van beslissingen en moeite met nadenken.²⁸ Daarnaast is één van de bijkomende problemen dat bij acuut optredende stress ook het besef van tijd anders wordt ervaren.

Het in dit voorval gesignaleerde gedrag komt vaker voor. Tijdens het onderzoek heeft de Raad kennisgenomen van een vergelijkbare situatie op 7 januari 2019. Ook hier liep een ouder stel op de brugval van de Bernhardbrug terwijl de afsluitbomen voor het langzaam verkeer werden gesloten. De brugbedienaar zag deze mensen wel, maar uit analyse van de beelden is ook hier gebleken dat door de ontstane stress bij de mensen op de brugval, het stel niet meer rationeel dacht en handelde. Dit leidde tot onvoorspelbaar gedrag. De brugval was nagenoeg gepasseerd en vervolgens liep men weer helemaal terug (in plaats van door te lopen).

Deelconclusie:

In noodsituaties handelen mensen niet altijd rationeel, waardoor soms ook niet wordt gehandeld in het belang van de eigen veiligheid. Dit komt door diverse psychologische processen die in werking treden. Dit legt een extra verantwoordelijkheid bij professionals, in dit geval de brugbedienaar, om te voorkomen dat verkeersdeelnemers in dergelijke noodsituaties terechtkomen.

Bovenal moeten professionals ervoor zorgen dat er geen onveilige situaties ontstaan.

²⁸ E. Klinke, Menselijk gedrag bij calamiteiten, Kennis platform Tunnelveiligheid, TU Delft, Universiteit van Amsterdam, april 2018.

4 AANPAK VEILIGHEID BRUGGEN

4.1 Opvolging aanbevelingen ongeval Den Uylbrug (2015)

In het onderzoek naar aanleiding van het dodelijke ongeval op de Den Uylbrug heeft de Onderzoeksraad twee aanbevelingen gericht aan de gemeente Zaanstad:

- Pas een integrale veiligheidsbenadering toe op de bediening van bruggen op afstand waarbij de interactie tussen mens, techniek en omgeving centraal staat.
- Breng potentieel gevaarlijke situaties in kaart in scenario's en train de brugbedieners periodiek hoe zij daarin moeten handelen.

Ten slotte riep de Onderzoeksraad ook andere brugbeheerders op om na te gaan in hoeverre deze aanbevelingen aan de gemeente Zaanstad op hen van toepassing zijn.

In dit hoofdstuk bespreken we de opvolging van de aanbevelingen vanuit het perspectief van het ongeval op de Bernhardbrug.

4.2 De twee ongevallen vergeleken

Het ongeval op de Bernhardbrug vertoont veel gelijkenissen met het fatale ongeval op de Den Uylbrug in 2015. De vraag is in hoeverre betrokken partijen hebben geleerd van het voorval in 2015. Welke maatregelen zijn genomen, waarom kon het gebeuren en waarom is er geen ‘vangnet’ als onverhoopt een fout wordt gemaakt?

Bij het onderzoek in 2015 is een uitgebreide TriPod-analyse gemaakt (zie kader). Hierbij is vastgesteld welke (veiligheids)barrières ontbraken of faalden. Ook nu heeft de Raad weer een TriPod-analyse van het voorval gemaakt.

Tripod Beta is een barrière analyse methode. Een barrière is volgens Tripod een maatregel die had moeten voorkomen dat een gevaar (“energie”) zich manifesteert (een “object” beschadigt) of de gevolgen ervan had verminderd. Een ongeval ontstaat doordat barrières niet aanwezig waren of gefaald hebben. Achterliggende factoren (volgens Tripod fouten in het management proces) kunnen het falen of afwezig zijn van de barrières verklaren (principe van lineair causaal redeneren).

Uit de vergelijking van de analyses van het voorval op de Den Uylbrug en het voorval op de Bernhardbrug blijkt dat voor een belangrijk deel dezelfde barrières doorbroken zijn of afwezig waren. Tabel 2 geeft een overzicht van barrières die in beide voorvallen gefaald hebben of afwezig waren.

Barrière	Den Uylbrug	Toelichting	Bernardbrug	Toelichting
Verkeersdeelnemers nemen (voor) waarschuwingen in acht	Doorbroken	Fietser passeert knipperende rode lichten	N.v.t.	Voetgangers lopen brugval op net voor dat voorwaarschuwing aanvangt
Voorwaarschuwing (en hier naar handelen)	-		Ontbrekend	Het ontbreekt aan voldoende voorwaarschuwingsstijd
Gehele periode van voorwaarschuwing benutten alvorens brug te openen	-		Doorbroken	Brugwachter verkort tijd waardoor voetgangers brugval niet passeren
Brugval alleen openen indien er zich geen verkeersdeelnemers op bevinden	Doorbroken	Brugwachter heeft fietser niet waargenomen en opent brugval	Doorbroken	Brugwachter heeft voetgangers niet waargenomen en opent brugval
Brugval alleen te openen wanneer vrij van personen (autonome detectie)	Ontbrekend	Systeem voorziet niet in deze voorziening	Ontbrekend	Systeem voorziet niet in deze voorziening
Brugval verlaten door fietser/voetgangers	Doorbroken	Fietser blijft op brugval staan	Doorbroken	Voetgangers blijven op brugval staan
Opmerken fietsers/voetgangers op brugval en ingrijpen door brugwachter	Doorbroken	Brugwachter ziet fietsers niet en bedient daardoor noodstop niet	Doorbroken	Brugwachter ziet wel een schim, maar sluit brug niet

Legenda

Ontbrekend: de betreffende barrière was vooraf niet bedacht / ontworpen.

Doorbroken: de barrière was vooraf wel bedacht / ontworpen, maar heeft niet gewerkt.

- : de betreffende barrière speelde geen oorzakelijke rol in het ongeval.

Tabel 2: Overzicht van barrières die in beide voorvallen gefaald hebben of afwezig waren.

De gelijke omstandigheden die mogelijk verklaren dat dezelfde barrières gefaald hebben, laten een groot aantal overeenkomsten zien tussen de twee voorvallen. Deze precondities hebben te maken met het ontwerp van het brug (onder andere onduidelijkheid voor fietsers/voetgangers dat zij zich op de brugval bevinden), de wijze waarop de brugbedienaar ondersteund wordt in zijn taak (geen totaaloverzicht op de brugval, de presentatie van de beeldschermen, de wijze waarop de brugbedienaar getraind wordt in het schouwen van de beelden) en de wijze van bediening van de brug (zoals wijze en tijd van voorwaarschuwing of zichtbaarheid sein).

Preconditie	Den Uylbrug	Bernardbrug
Sein hoog en aan zijkant geplaatst (slechte zichtbaarheid)	✓	n.v.t.
Attentiewaarde rood sein is in het algemeen laag	✓	n.v.t.
Kelderbel verkeersbrug vormt geen 'voorwaarschuwing'	✓	-
Slagboomcel gaat pas drie seconden voor neergaan bomen, dat was pas na moment van passeren	✓	-
Afleiding door werkzaamheden	✓	-
Beelden fietsbrug moeilijk zichtbaar	✓	-
Beeldvolgorde reflecteert niet werkelijke situatie	✓	?
Rijrichting fietser/voetgangers is uit beelden moeilijk af te leiden	✓	✓
Brugwachter beschikt niet over effectieve schouwmethode	✓	✓
Brugwachter vervangt tijdelijk collega die naar de wc is (ervaart tijdsdruk?)	✓	✓
Brugwachter kan niet op situatie anticiperen doordat voetgangers vanaf trap komen	✓	✓
Spoorbrug dominant door vaste tijden	✓	✓
Afleiding door administratieve procedures	✓	-
Verhoogde taakbelasting als gevolg van onderbezetting	✓	-
Afleiding door aanwezigheid 'onbevoegden'	✓	-
Weergave recent gewijzigde	✓	-
Systeem dwingt brugwachter niet om videobeelden te bekijken	✓	✓
Complexe taak: brugwachter moet gelijktijdig drie verkeersstromen schouwen	✓	-
Desoriëntatie: Fietser ziet voeg aan voor stopstreek, voetgangers ervaren stress, kunnen niet meer rationeel denken	✓	✓
(Voor)alarm is gericht op het gebied buiten de valbrug	-	✓
Fietser / voetgangers horen slagboomcel en handelen daar naar (blijven op brugval staan)	✓	-
Brugval is niet als zodanig gemarkeerd	✓	✓
Brugval is vrijwel geheel spiegel symmetrisch in ontwerp	v	-
Brugwachter had afrijdbomen voortijdig gesloten / Gehele periode van voorwaarschuwing benutten alvorens brug te openen	✓	was barrière in dit ongeval*
Er is een positieve prikkel bij brugwachter om tijd tussen voorwaarschuwing en sluiten bomen te verkorten (servicegerichtheid)	✓	✓

Lees verder op de volgende pagina ➔

Preconditie	Den Uylbrug	Bernardbrug
Brugwachter heeft geen totaaloverzicht op brugval	✓	✓
Er ontbreekt een mogelijkheid voor andere verkeersdeelnemers om brugwachter te waarschuwen	✓	✓
Onduidelijk wanneer noodstop bedienenen/brug sluiten (brugwachter Bernardbrug veronderstelt dat schip niet meer kan stoppen)	✓	✓

Legenda

- ✓: omstandigheid was aanwezig en heeft bijgedragen aan het falen van een barrière.
- N.v.t.: omstandigheid was aanwezig maar heeft niet bijgedragen aan het falen van een barrière.
- : omstandigheid was niet aanwezig.
- ??: omstandigheid was aanwezig, maar het is onduidelijk of het heeft bijgedragen aan het falen van een barrière.
- *: Het is aannemelijk dat, indien de brugbedienaar de gehele periode van voorwaarschuwing had benut alvorens de brug te openen, de voetgangers de brugval al hadden gepasseerd. Dit had het ongeval voorkomen en is daarmee een barrière.

Tabel 3: Overzicht van de precondities op basis van de TriPod-analyses Den Uylbrug en Bernhardbrug.

Deelconclusie:

Het ongeval op de Bernhardbrug vertoont op grond van de TriPod-analyse veel overeenkomsten met het ongeval dat in 2015 plaatsvond op de Den Uylbrug.

Na het ongeval op de Den Uylbrug werden voor die brug verbetermaatregelen doorgevoerd (zie kader). De op de Den Uylbrug genomen maatregelen zijn echter niet direct doorgevoerd op de andere bruggen.

- Er is in het brugbesturingssysteem een extra schouwmoment ingebouwd. De brugbedienaar moet een extra handeling verrichten voordat de brug geopend kan worden.
- Er zijn extra seinen aangebracht specifiek voor fietsers en voetgangers.
- De (slagboom) bellen zijn aangepast zodat deze luider klinken.
- Het val (beweegbaar deel van de brug) is geel gemarkeerd zodat deze beter opvalt.
- De voorwaarschuwingsseinen zijn beter zichtbaar gemaakt.
- Er is een alarmknop geplaatst voor brugpassanten zodat de bedienpost gealarmeerd kan worden in geval van nood.
- Iedere week wordt gecontroleerd of er incidenten hebben plaatsgevonden.

Beide ongevallen kennen overeenkomsten, zoals weergegeven in de onderstaande deelconclusies.

Deelconclusie:

Op en rond de Den Uylbrug zijn na het ongeval in 2015 maatregelen genomen om de kans op herhaling te reduceren.

De voor de Den Uylbrug genomen maatregelen zijn, op één na, niet doorgevoerd op de andere bruggen. Op elke bedienlocatie (*desk*) in de centrale post is een extra beeldscherm geplaatst met een *quad* beeld. Dit beeldscherm presenteert vier beelden in één met zicht op de voetgangers en fietsers, met als doel om deze continu te kunnen schouwen.

4.3 Zicht op risico's: Integrale VeiligheidsScan

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft in het rapport Den Uylbrug aandacht gevraagd voor emergente risico's. Een emergent risico van een systeem is een risico dat niet of niet in dezelfde mate aanwezig is in de componenten waaruit het systeem is opgebouwd. Dit betekent onder andere dat een systeem van veilige componenten niet noodzakelijkerwijs ook veilig is. Dit was ook waarom het rapport de onder titel kreeg *Meer dan de som der delen*.

Omdat het duidelijk was dat deze aanbeveling meer vroeg dan een enkelvoudige actie, heeft de gemeente Zaanstad besloten de aanbeveling in projectvorm aan te pakken.

De gemeente Zaanstad heeft voor de opvolging van de aan haar gerichte aanbeveling eerst een methodiek voor het uitvoeren van een Integrale Veiligheidsscan opgezet. Deze verbeteractie werd aangestuurd door de sectorhoofd Openbare Ruimte. Omdat de gemeente niet over de benodigde kennis beschikte, werd hiervoor een specialist ingehuurd. Ook werd een team geformeerd om de scan uit te voeren. De externe specialist werd in het eerste jaar ook aangesteld als trekker van het team. Het veiligheidsteam bevatte diverse specialismen vanuit verschillende gemeenteafdelingen en externe organisaties. Het team bestond onder andere uit de civiel beheerder van de beweegbare bruggen, de verkeerskundige ontwerper, een brugbedienaar en nautisch beheerder aangevuld met deskundigen van de provincie Noord-Holland, Rijkswaterstaat (RWS) en ProRail.

De keuze om ook derden te betrekken kwam voort uit twee gedachten: het benutten van de kennis van andere partijen met kennis van bruggen en inbreng van specifieke expertise op andere thema's die relevant zijn voor op afstand bediende bruggen. Door deze keuze kwam ook het idee om deze integrale benadering bij de andere overheden onder de aandacht te brengen. Vervolgens werd de methodiek getoetst op een viertal bruggen. Gestart werd met de gemeentelijke Willem Alexanderbrug, de Julianabrug van de provincie Noord-Holland, de Coenbrug van Rijkswaterstaat en de spoorbrug van ProRail. Later is ook nog een externe *human factors* specialist aan het team toegevoegd.

Om de veiligheid van bruggen integraal te kunnen beoordelen, moest eerst een systematiek worden ontwikkeld. Dit is gedaan aan de hand van bestaande risicoanalysesystemen en de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* die bij bruggen in de civiele techniek gangbaar zijn. De bestaande systematiek is aangepast en vervolgens is een matrix opgesteld voor het uitvoeren van de daadwerkelijke analyse. Halverwege 2017 was de ontwikkeling klaar.

Omdat het project meerdere bruggen besloeg, koos het team voor een systematische aanpak en werkwijze. De totale beoordeling van een brug bestaat uit een aantal stappen:

1. De beoordeling ter plaatse, waarbij het team de brug vanuit de integrale benadering (de brug en alle omgevingsfactoren) bekijkt;
2. Bespreken van de punten die zijn opgevallen; dit wordt vastgelegd in een verslag;
3. Geconstateerde punten worden in de matrix van de integrale veiligheidssystematiek ingebracht.

De matrix bestaat uit verschillende onderdelen in een bepaalde volgorde: het nautische gedeelte, het verkeerskundige gedeelte, het onderhoudsgedeelte en de bediening inclusief het totale veiligheidsbeeld. Vervolgens wordt de kans versus gevolg gewogen en wordt het potentiële risico vastgesteld. Door zo systematisch met de matrix te werken, kunnen soms ook gemiste punten in de matrix aan het licht komen om vervolgens alsnog opgenomen te worden.

Uit de verkregen eerste resultaten van de Integrale veiligheidsscan heeft het team ook een aantal hoofdlijnen gedestilleerd. Het is naar de mening van de Onderzoeksraad belangrijk om stil te staan bij onderwerpen uit de Integrale veiligheidsscan die mogelijk ook een rol hebben gespeeld bij het voorval op de Bernhardbrug. Het betreft onder meer problemen met de cameraopstelling, de kwaliteit en de presentatie van de camerabeelden (zie ook paragraaf 3.3). Daarnaast zijn er vaak technische problemen met de landverkeersituatie of onduidelijkheid voor fietsers of voetgangers.

De terugkerende zorgpunten als uitkomst van de veiligheidsscan, die uitgewerkt staan in bijlage C, zijn:

- cameraopstelling en presentatie van de beelden;
- bedieningsprotocollen;
- kleuren wegdek;
- interactie landverkeer en scheepvaart;
- akoestisch signaal.

4.3.1 Pilot

Aan de hand van de nieuw ontwikkelde systematiek zijn bij wijze van test vier bruggen geanalyseerd. De eerste brug was de gemeentelijke Willem-Alexanderbrug, met als reden dat naar buiten was gekomen dat op deze brug de meeste incidenten werden vastgesteld. Omdat de keuze was gemaakt om ook andere partijen te betrekken, zijn verder de Julianabrug (provincie Noord-Holland), de Coenbrug (Rijkswaterstaat) en de spoorbrug van ProRail geanalyseerd. Aan de hand van de analyse van deze vier bruggen is de systematiek getoetst en is de risicomatrix tot stand gekomen. De nieuw ontwikkelde systematiek is door het team niet toegepast op de Den Uylbrug, met als argument dat de aanbevelingen van de Onderzoeksraad gericht op de Den Uylbrug al waren overgenomen. De beoordeling werd door het ingestelde team niet op de Bernhardbrug losgelaten. Omdat op de Willem Alexanderbrug meer incidenten werden geregistreerd werd deze als pilot gebruikt. Ook werd door het team als argument gegeven dat de Bernhardbrug, die uit 2006 dateert, was gebouwd volgens de laatst geldende norm. Deze kreeg daardoor geen prioriteit. Het team heeft de geldende NEN norm echter niet expliciet vergeleken met de ontwikkelde matrix. In de matrix zijn afwijkingen ten opzichte van de LBS geanalyseerd, daarmee zijn de relevante risico's en eisen in de NEN norm ten aanzien van wegverkeer wel impliciet in beschouwing genomen.

Leidend voor het team was een publicatie in de lokale media van een - voor intern gebruik binnen de gemeente bedoelde - grafiek²⁹, waarin werd aangegeven dat op de Willem Alexanderbrug de meeste incidenten werden geregistreerd. Dit betrof onder andere het negeren van rood licht, slalom om de slagbomen en het onder de slagbomen door kruipen. Deze overtredingen hebben naar de mening van de Onderzoeksraad geen of slechts een beperkte samenhang met de daadwerkelijke risico's van een brug, het zegt alleen iets over het geconstateerde gedrag.

De veiligheidsscan, die ook wordt toegepast op de niet op afstand bediende bruggen, is pas na het ongeval in januari 2019 op de Bernhardbrug uitgevoerd. Uit de scan kwamen meerdere potentiële verbeterpunten op het gebied van veiligheid naar voren. Daarnaast signaleerde ook het eind november 2018 uitgebrachte zichtrapport vele tekortkomingen, waaronder het ontbreken van het vereiste zicht.

Deelconclusie:

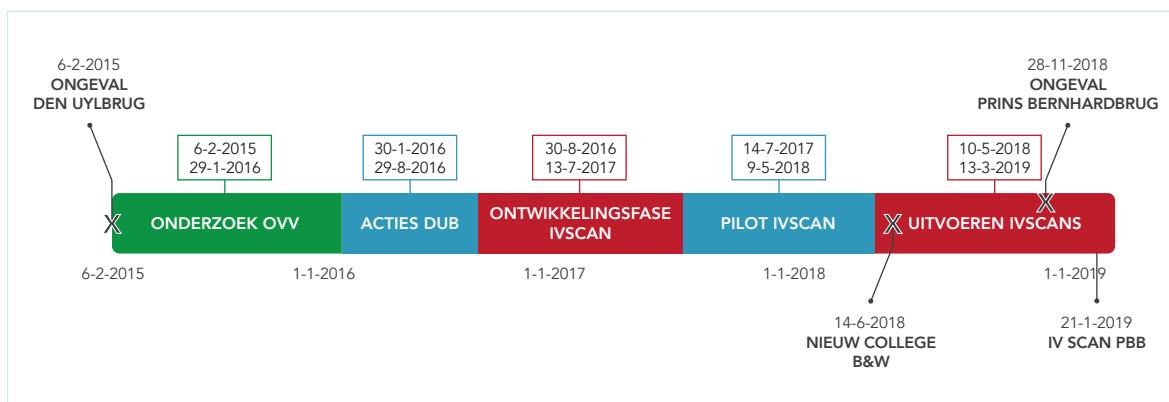
De veiligheidsscan die naar aanleiding van het ongeval op de Den Uylbrug voor op afstand bediende bruggen werd ontwikkeld, is voor het ongeval op 28 november 2018 niet uitgevoerd op de Bernhardbrug.

Deze brug werd niet gezien als risicovol, omdat hij in 2006 in gebruik was genomen. De veiligheidsscan is pas na het ongeval in januari 2019 op de Bernhardbrug uitgevoerd.

²⁹ Zie bijlage E.

4.3.2 Vervolg pilot

Na een voortvarende aanpak in de beginfase stokte de voortgang in de vervolgfase van het project. Het ontwikkelen van de systematiek, het zoeken naar een werkbare werkwijze, de complexiteit en de verschillende achtergronden van de betrokkenen, maakten dat het plannen van teamsessies afhankelijk was van (beperkte) beschikbaarheid van betrokkenen en de wisselende prioriteit die elk van de betrokken partijen eraan gaf. Het team moest daardoor keuzes maken. Ondanks het feit dat de opzet meer tijd kostte dan verwacht, werd de externe projectleider wel in staat gesteld om met het team de eerste vier bruggen te beoordelen en de tekortkomingen in kaart te brengen. Uiteindelijk is de aansturing van het team overgedragen aan een interne (gemeentelijke) projectleider. Binnen de gemeente werd dit gezien als onderdeel van het takenpakket, maar het project moest naast zijn reguliere taken uitgevoerd worden. Van de bezoeken, besprekingen en uitgevoerde scans zijn rapportages opgesteld, bedoeld als advies voor het Hoofd Havens en Vaarwegen.



Figuur 11: Tijdlijn gebeurtenissen.

Na het voorval op de Bernhardbrug heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid direct de stand van zaken bij de gemeente opgevraagd. Op 28 november 2018 was de stand van de werkzaamheden zoals gerapporteerd³⁰:

Alexanderbrug

Er is een koppeling gemaakt tussen de naastgelegen VRI (verkeerslichtinstallatie) en de brug zelf. Hierdoor kan de brug sneller ontruimd worden waardoor de kans op rood licht negatie afneemt. De overige maatregelen uit de IV scan worden meegenomen met de geplande renovatie in 2020.

William Pontbrug

De WP brug was een automatische brug. Eind 2017 is geconstateerd dat een aantal sensoren niet feilloos werkte. Direct is besloten om over te gaan op lokale bediening. Later is door B&W besloten om de brug om te bouwen naar bediening op afstand. De overige maatregelen uit de veiligheidsscan worden ook meegenomen.

Reintlaan Junior brug, Vaartbrug, Brug Nauerna

De renovatie van deze bruggen staat in de planning voor 2019 en 2020. Met de renovatie worden ook de maatregelen van de IV scans meegenomen.

Wilhelminabrug en Beatrixbrug (gemeente)

Op deze bruggen is samen met de provincie Noord-Holland en Heijmans een Integrale veiligheidsscan uitgevoerd. De resultaten hiervan worden verwerkt in het nieuwe ontwerp van de brug.

Zaanbrug

Op deze brug is samen met de provincie Noord-Holland en Heijmans een Integrale veiligheidsscan uitgevoerd. De resultaten hiervan worden verwerkt in het nieuwe ontwerp van de brug.

Bernhardbrug

Staat op de planning om geïnspecteerd te worden middels de integrale veiligheidsscan.

Schiethavenbrug

Staat op de planning om geïnspecteerd te worden middels de integrale veiligheidsscan.

Bruggen derden

De spoorbrug van ProRail, de Coenbrug van Rijkswaterstaat en de Julianabrug van de provincie Noord-Holland zijn ook geïnspecteerd middels de integrale veiligheidsscan. De resultaten hiervan zijn teruggelegd bij de betreffende partijen met het verzoek actie te ondernemen.

³⁰ De volledige informatie brief is te lezen in bijlage C.

Vastgesteld is dat, na de eerste risicobeoordeling door het team van de Bernhardbrug in januari 2019, alle uitkomsten van het project ter beoordeling bij het Hoofd Havens en Vaarwegen lagen. Naar aanleiding van de uitgevoerde beoordelingen zijn voor de beoordeelde bruggen in totaal 72 verbeterpunten geïdentificeerd en zijn ook maatregelen voorgesteld. Dit behelst aanpassing aan de huidige gemeentelijke bruggen. De voorlopige raming van deze aanpassingen ligt rond de 1,2 miljoen euro. De aanpassingen staan los van de nog volledig te renoveren bruggen.

Deelconclusie:

Uit de veiligheidsscans volgden voorgestelde aanpassingen ter beheersing van risico's. Geconstateerd is dat deze aanpassingen, ter grootte van 1,2 miljoen Euro, tot op heden niet zijn uitgevoerd.

4.4 Overige maatregelen Zaanstad

Naast het opzetten en uitvoeren van een Integrale Veiligheidsscan van de bruggen is de gemeente ook andere acties gestart. Een korte samenvatting, beschreven door de gemeente Zaanstad:

Rood licht campagne

Naast diverse fysieke maatregelen hebben we (Zaanstad) 2 jaar lang een rood licht campagne gevoerd. Met bezoeken aan scholen, sportverenigingen en met behulp van sociale media, zijn bewoners van Zaanstad gewezen op de gevaren van rood licht negatie bij bruggen.

Landelijke kennisnetwerken

In het algemeen is onze (Zaanstad) ervaring met de Den Uylbrug gedeeld binnen onze netwerken. Met het landelijke kennisplatform WOW wordt gewerkt aan richtlijnen voor de integratie van de menselijke component van bedienend personeel in het ontwerp en bouw van kunstwerken zoals bruggen en sluizen. Zaanstad is lid geworden van de NEN-normencommissie Veiligheid beweegbare bruggen. Deze norm wordt gebruikt bij de bouw van nieuwe bruggen.

Gemeente Zaanstad

Bedienend personeel³¹

Het functieprofiel van bedienend personeel is aangepast aan de meest actuele kennis rondom brugbediening zoals deze landelijk geldt. Bedienend personeel wordt middels een nieuwe systematiek zowel lichamelijk als psychisch gekeurd. Medewerkers hebben een scenariotraining (bewustwordingstraining) gedaan. Het inwerkprogramma is geactualiseerd. We (Zaanstad) hebben gezorgd voor duidelijkheid qua rollen en verantwoordelijkheden binnen onze organisatie

4.5 Beheersing risico's

Het beheersen van veiligheidsrisico's op en rond bruggen is, zoals beschreven in het onderzoek Den Uylbrug, de spreekwoordelijke som der delen. In de praktijk bleek dat een complicerende factor bij het aanpakken en oplossen van de problemen, omdat verschillende partijen zijn betrokken.³²

Het Hoofd Havens en Vaarwegen is eindverantwoordelijk voor de veilige bediening van de bruggen en sluizen. Als trekker (de interne gemeentelijke projectleider of IGP) van het Integrale Veiligheidsscanteam (INVEST) was de verwachting dat de bij het projectteam aanwezige medewerkers van verschillende afdelingen, de geconstateerde afwijkingen en potentiële verbeteringen zouden inbrengen in hun eigen afdeling. Het project werd niet gezien als een integraal gedragen gemeentelijk project waar elke afdeling zijn eigen bijdrage aan diende te leveren. Ook is de voortgang niet door de afdelingshoofden besproken.

Het college van B en W en de gemeenteraad van Zaanstad zijn door de betreffende wethouder, vanaf de start in 2016, periodiek geïnformeerd over de voortgang in het verbeteren van de bruggen. Dit gebeurde met ruime tussenposes door middel van raadsinformatiebulletins. Ook is in 2017 de raad op verzoek geïnformeerd over de systematiek van de integrale veiligheidsscan. Verder is niet vast komen te staan dat het college van B en W en/of de gemeenteraad van Zaanstad zich anders actief hebben laten informeren over de voortgang van de veiligheidsscans of de hieruit volgende verbetermaatregelen. Pas na het ongeval op 28 november 2018 zijn door twee fracties kritische vragen gesteld over de voortgang en het uitblijven van maatregelen, zoals het plaatsen van de attentieknop.

Tot de gemeenteraadsverkiezingen in 2018 had de wethouder alle disciplines in portefeuille, maar na de vorming van het nieuwe college werden de verantwoordelijkheden voor havens en infrastructuur opgesplitst.

³¹ De brugbedienaar die op 28 november 2019 de brugbediende was volledig opgeleid.

³² Voor een overzicht van de betrokken partijen en of actoren zie bijlage D.

In de eerdere rapportages aan de gemeenteraad van Zaanstad werd gemeld dat de kosten gedeckt zouden worden uit het reguliere onderhoudsbudget, maar dat bleek geen automatisme. Ook is tijdens het onderzoek aangegeven dat de huidige budgetten niet dekkend zijn, zodat extra geld vrijgemaakt moet worden als de maatregelen uitgevoerd moeten worden.

Deze verbetermaatregelen staan nog los van de laatste inzichten, zoals het programma van *eisen zicht* (26 november 2018). Dit rapport toont voor dat moment ‘nieuwe’ niet te negeren structurele risico’s. Ook al is het traject langzaam verlopen, de risico’s zijn systematisch in kaart gebracht en voorstellen ter verbetering zijn aangedragen. Maar afgezien van de aanpassingen aan de Den Uylbrug zijn er op de andere gemeentelijk bruggen geen gestructureerde verbetermaatregelen uitgevoerd.

Op 28 november 2018 waren nog niet alle risicobeoordelingen uitgevoerd en waar deze wel zijn uitgevoerd, zijn gestructureerde verbeteracties uitgebleven. Het uitblijven van de verbetermaatregelen staat in contrast met de start zoals die is gemaakt door de gemeente Zaanstad in 2016.

Deelconclusie:

Op 28 november 2018 was de Integrale Veiligheidsscan voor de Bernhardbrug nog niet uitgevoerd.

De voorgestelde verbetermaatregelen voortgekomen uit de al uitgevoerde Integrale Veiligheidsscans hebben met uitzondering van de Den Uylbrug niet geleid tot gestructureerde verbeteringen op de gemeentelijke bruggen.

Gemeentelijke diensten zagen het niet als een gezamenlijk probleem waardoor voortvarende vervolg aanpak uitbleef.

Het college van Burgemeesters en Wethouders en de gemeenteraad hebben in de loop der tijd niet actief vragen gesteld over het uitblijven van breed uitgerolde maatregelen die op basis van de eerste bevindingen van het integrale veiligheidsscan team.

5 LANDELijke AANPAK VEILIGHEID BRUGGEN

5.1 Ongevallen met op afstand bediende bruggen komen vaker voor

De problematiek rondom het op afstand bedienen van bruggen is helaas niet uniek voor Zaanstad. De voorloper van de Onderzoeksraad voor Veiligheid, de Raad voor de Transportveiligheid, volgde de problematiek van het op afstand bedienen van bruggen al vanaf 2003. De dodelijke ongevallen in Aduard en Zuidhorn waren hiervoor de aanleiding. In het bijzonder is in 2006 aandacht geschenken aan het dodelijke ongeval op de Prinsenlandsebrug in Dinteloord.

Ook recentelijk hebben zich ongevallen met op afstand bediende bruggen voorgedaan. Na het fatale ongeval op de Den Uylbrug in 2015 hebben zich nog meer ongevallen voorgedaan, zoals op de Sloebrug in Vlissingen (2017), de Bosrandbrug in Amstelveen (2017) en de brug bij de Julianasluis in Gouda (2018).³³ Naast deze ongevallen hebben zich meer voorvallen voorgedaan die, aan de hand van media analyse, zijn opgenomen in bijlage A.

Uit analyse van de door de Onderzoeksraad opgevraagde onderzoeksrapporten is te zien dat de problemen die bij deze ongevallen naar voren kwamen, op hoofdlijnen gelijk zijn. De rode draad die door de geschetste ongevallen heen loopt, is dat de controles zowel voor het sluiten van de bomen als voor het openen van de brug gebrekkig zijn. Voor een deel is dit het gevolg van technische beperkingen. Het zichtveld van de camera is onvoldoende en/of de kwaliteit van de beelden is onvoldoende. Daarnaast is het (kijk) gedrag van brugbediener niet gericht genoeg. Van belang hierbij is de kwaliteit van de gepresenteerde beelden en hoe - en naar welke beelden de brugbediener - op welk moment moet kijken.

Omdat de Raad de problemen rond de Prinsenlandsebrug in Dinteloord is blijven volgen, is het de Raad niet ontgaan dat gesigneerde problemen vaker traag worden aangepakt. Zo is dertien jaar na het ongeval in Dinteloord nog steeds stevige discussie over de oplossingen en over de vraag of het op afstand bedienen veilig kon plaatsvinden. Pas recentelijk is er het voornemen van de brugbeheerder om aanpassingen voor te bereiden en in 2019 of 2020 uit te voeren.

³³ Beknopte rapportage Sloebrug incident: <https://www.zeeland.nl/actueel/provincie-wil-bieden-ing-bruggenoptimaliseren-na-incident-sloebrug#>,
Incidentonderzoek Haastrechtsebrug: <https://www.gouda.nl/dsresource?objectid=cfb5717c-dbba-4d1d-aca0-529b37cf81e&type=org>,
Incident Bosrandbrug: <https://api1.ibabs.eu/publicdownload.aspx?site=noordholland&id=1100047811>

Daarnaast is tijdens het onderzoek, naar aanleiding van ruime media-aandacht, gebleken dat in Haarlem de problemen met het op afstand bedienen van bruggen recentelijk pas in kaart zijn gebracht na druk vanuit de brugbedieners die zich ernstig zorgen maakten. Inmiddels is het uitgebrachte adviesrapport door de burgemeester in de gemeenteraad ingebracht met het dringende advies om de voorgestelde maatregelen en aanpassingen onverkort (raming 1 miljoen Euro) over te nemen.

Uit andere onderzoeken naar brugongevallen, zoals de ongevallen op de Den Uylbrug (2015), de Sloebrug in Vlissingen (2017), de Bosrand brug in Amstelveen (2017) en de Haastrechtse brug in Gouda (2018), is duidelijk geworden dat brugbeheerders zelf invulling geven aan de eisen die men stelt aan de inrichting en cameraopstelling voor op afstand bediende bruggen. Deze brugbeheerders hebben geen invulling gegeven aan eisen aan het zicht op de brug of aan wat van de brugbedienaar precies verwacht wordt. Voor de duidelijkheid, geen van deze bruggen hoefde te voldoen aan de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* (LBS).

5.1.1 Zaanstad en de LBS

De gemeente Zaanstad heeft verschillende partijen om advies gevraagd over de inrichting van de bedieningslocaties, over de cameraopstelling van de Bernhardbrug specifiek en de zichteisen in het algemeen. Uit de gegeven adviezen en de door de Onderzoeksraad uitgevoerde analyse blijkt echter dat er geen kaderstellende normen zijn die de inrichting (cameraopstelling) en de gebruikseisen eenduidig maken. Er is geen uniformiteit in opzetten en er zijn verschillen in bediening. Ook zijn er verschillen in de presentatie van de beelden wat kan leiden tot te veel handelingsruimte en zal bijdragen aan het mogelijk maken van fouten.

Er zijn (inmiddels) veel bruikbare adviezen over het veilig inrichten van camerasytemen voor het op afstand bedienen van bruggen, mede op basis van de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard*. Het ontbreekt echter aan een uniform, landelijk kader. Dit geeft ruimte en kan tot discussie leiden, over wat minimaal noodzakelijk is om veilig te kunnen werken. Het spreekwoordelijke “wiel” wordt steeds opnieuw uitgevonden, wat de veiligheid niet ten goede komt.

5.2 Minister Infrastructuur en Waterstaat

In 2016 zijn naar aanleiding van het onderzoek naar de Den Uylbrug aan de minister van – destijds – Infrastructuur en Milieu (IenM) twee aanbevelingen gericht. De bedoeling hiervan was om met de structurele lessen voor andere (veiligheids)situaties bij bruggen en in het bijzonder op afstand bediende bruggen, de verbeteracties op Rijksniveau te versterken. Zes maanden na publicatie van het rapport in 2016 heeft de minister gereageerd op de aanbevelingen.³⁴

³⁴ <https://www.onderzoeksraad.nl/nl/page/3748/ongeval-den-uylbrug-zaandam>, zie reacties.

5.2.1 Aanbevelingen en reactie minister

Aanbeveling 1: Zorg voor aanpassing van normen en richtlijnen zodat deze de brugbeheerders ondersteunen in het opzetten en uitvoeren van een integrale veiligheidsbenadering bij brugbediening op afstand, waarbij naast technische aspecten ook de menselijke factoren (van brugbedieners en verkeersdeelnemers) voldoende tot hun recht komen.

Reactie van de minister van IenM op de aanbeveling:

De minister stelt dat in het ontwerp en gebruik van verkeersbruggen en sluizen de menselijke factoren – naast de techniek en de organisatie – net als de veiligheid voor de gebruikers altijd als een belangrijke factor worden meegenomen. Dit geldt volgens de minister ook voor renovaties en aanpassingen van deze objecten. In de afgelopen jaren heeft Rijkswaterstaat een en ander vastgelegd in: Veilig onderbreken van landverkeer en de Landelijke Brug- en Sluisstandaard (LBS). Deze kaders gelden voor bruggen onder beheer bij Rijkswaterstaat. Daarnaast zal de minister nagaan in hoeverre de integrale veiligheidsbenadering en de aandacht voor menselijke factoren voldoende zijn uitgewerkt in de Richtlijn Vaarwegen. Dat doet ze samen met decentrale beheerders. Rijkswaterstaat zal hiertoe het initiatief nemen.

Per brief van de minister van Justitie aan de Tweede Kamer (d.d. 13-12-2018) met overzicht hoe gevolg is gegeven aan aanbevelingen van de Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft de minister van I&W vervolgens laten weten, dat er in WOW-verband is bekeken hoe de integrale veiligheidsbenadering past in de kaders, richtlijnen en normen. Door de minister is vastgesteld dat de Richtlijn Vaarwegen niet de beste plaats is om uitgebreid te beschrijven hoe een integrale veiligheidsbenadering geborgd dient te worden. Wel is in deze richtlijn nu aangegeven dat een veiligheidsbenadering geboden is waarbij ook de menselijke factor (bedienaar en verkeersdeelnemers) voldoende tot zijn recht komt.

Aanbeveling 2: Zorg voor kennisdeling over veiligheidsrisico's van menselijk handelen bij bediening van kunstwerken op afstand. Betrek hierbij kennis uit andere transportsectoren, zoals luchtvaart en railverkeer.

Reactie minister van IenM:

Volgens de minister zijn er al verschillende samenwerkingsverbanden waarin onder andere kennis over menselijke factoren wordt gedeeld. Zo bestaat er het platform Water Ontmoet Water/Wegbeheerders Ontmoeten Wegbeheerders (WOW) dat de landelijke ontmoeting en uitwisseling van kennis en ervaring van weg- en waterbeheerders van Rijk, provincies, gemeenten, havenbedrijven, waterschappen organiseert en stimuleert. Binnen dit platform is over het rapport van de Onderzoeksraad gesproken en zijn afspraken gemaakt over verdere kennis- en ervaringsdeling. Hierbij zal de minister ook kennis en ervaring vanuit de Landelijke Brug- en Sluisstandaard van Rijkswaterstaat delen. Daarnaast zijn experts op het gebied van menselijke factoren van Rijkswaterstaat en ProRail vertegenwoordigd in een kennisnetwerk 'Human Factors' met onder andere TNO, verschillende universiteiten, het Nederlands Lucht en Ruimtevaartcentrum. Tevens is er volgens de minister op regelmatige basis kennisuitwisseling met de beheerders uit Duitsland, Vlaanderen en Engeland

5.2.2 Analyse reactie minister

In 2016 gaf de minister aan dat zij naar aanleiding van de aanbevelingen in het rapport haar rol als kennisdrager nadrukkelijker zou invullen en ervoor zou zorgen dat kennisdeling over veiligheidsrisico's van menselijk handelen bij bediening van kunstwerken op afstand bevorderd wordt. Met de initiatieven van het platform WOW³⁵ is daar ook daadwerkelijk invulling aan gegeven.

Op de aanbeveling aan de minister op het rapport over het ongeval op de Den Uylbrug, het aanpassen van normen en richtlijnen zodat deze de brugbeheerders ondersteunen in het opzetten en uitvoeren van een integrale veiligheidsbenadering, reageerde de minister met de constatering dat de huidige beleidskaders [lees: 2016] deels voldeden aan wat werd aanbevolen. Uit het onderzoek van de Raad blijkt echter dat de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* voor de inrichting en de bediening voldoen en goed werkbaar zijn, maar dat deze alleen gelden voor Rijkswaterstaat en dus niet voor andere partijen die verantwoordelijk zijn voor de inrichting en bediening van beweegbare bruggen.

Op dit moment is het beeld dat externe adviseurs na ongevallen en incidenten hun referentie ontlenen aan de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* (LBS). Deze adviezen zijn echter voor de andere brugbeheerders vrijblijvend.

³⁵ Platform WOW, Wegbeheerders ontmoeten Wegbeheerders - Water ontmoet Water.

De activiteiten via het platform WOW (zie paragraaf 4.7.3) zijn positief, maar vormen geen bindende en verplichtende factor. Doeltreffende en al bestaande richtlijnen worden niet opgelegd. Dit staat in schril contrast met de bindende regels voor het wegverkeer en het scheepvaartverkeer.

Daarnaast blijft bij de huidige benadering het langzaam verkeer (fietsers, voetgangers) buiten beeld. Rijkswaterstaat neemt wel het initiatief om met decentrale beheerders de Richtlijn Vaarwegen hierop door te lichten. Juist omdat bij deze decentrale beheerders de urgentie leeft om nadrukkelijker aandacht te besteden aan deze problematiek, kan dit leiden tot de gewenste verandering. Binnen deze kaders zijn in de LBS bij ontwerpen voor langzaam verkeer specifieke eisen en invulling voorgeschreven. Van fysiek ontwerp tot het ontwerp van het bedienproces (inclusief bedienverantwoordelijkheid en -instructie) en de ondersteuning hierbij door zicht, audio en de bedienplek. Daarnaast wordt het langzame verkeer wel meegenomen in de toetsingsmethodiek *Human Factors veiligheid beweegbare objecten*, ontwikkeld vanuit het platform WOW.³⁶

De Raad gaf in 2017 aan dat het nog te vroeg was om een oordeel te vormen over de opvolging van deze aanbeveling. Nu blijkt in 2019 dat er ook nu geen landelijke kaderstellende normen zijn.

Deelconclusie:

De door de minister aangekondigde initiatieven hebben niet geleid tot structurele en noodzakelijke verandering.

5.2.3 Landelijk kader

In haar reactie gaf de minister destijds aan dat er een landelijke standaard beschikbaar is en dat er een breed gedragen overlegplatform bestaat. Dit voorziet echter niet in een verplichting waar het gaat om lokale bruggen, zoals die onder de verantwoordelijkheid van de gemeente Zaanstad vallen. We zullen hieronder de drie belangrijkste onderdelen nader behandelen.

De *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* van Rijkswaterstaat is een richtlijn die eisen aan het zicht op de brug en eisen aan de brugbedienaar stelt. Deze richtlijn is echter alleen van toepassing en geldend voor de objecten van Rijkswaterstaat. Daarnaast is er voor de hoofdvaarwegen in Nederland de *Richtlijnen Vaarwegen 2017*. Ook dit is een initiatief van Rijkswaterstaat en de toenmalige commissie vaarwegbeheerders, maar deze richtlijnen geven een beperkte invulling en verwijzen naar de op onderdelen gedateerde NEN-norm 6787-2003. In de Richtlijn Vaarwegen worden, anders dan in de LBS, geen eenduidige eisen gesteld aan wat er verwacht wordt van de brugbediener voorafgaand aan het openen van een brug.

³⁶ <https://www.platformwow.nl/media/2946/human-factors-toetsmethodiek-veiligheid-beweegbare-objecten.pdf>

De huidige situatie van de Bernhardbrug is door de Onderzoeksraad getoetst³⁷ aan de eisen zoals nu beschreven in de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* die gelden voor Rijkswaterstaat. De huidige cameraopstelling voldoet niet aan de eisen beschreven in de *functionele zicht-eisen beweegbare brug – landverkeer*³⁸ (6.2.1/3/4), waardoor bij de situatie dat als een brugbedienaar een fout maakt, deze door het ontbreken van een beter en totaal overzicht de kans op herstel van de fout ontnomen wordt. De kern van het probleem is dat de huidige cameraopstellingen geen goed zichtveld bieden.

De NEN norm 6787-2006 is bedoeld voor het veilig ontwerpen van beweegbare bruggen. Analyse van de huidige NEN norm 6787-2006 laat zien dat de norm sterk is verouderd en geen handreiking biedt voor, of invulling geeft aan, de nieuwe manier van werken: het op afstand bedienen van bruggen. Aan de verbetering van de norm wordt al jaren gewerkt, maar de tussenpresentatie aan de werkgroep aanpassing NEN 6787 in 2017 laat zien dat het accent ligt op de technische eisen. Niet is vastgesteld dat een vigerende norm wordt gesteld voor de cameraopstellingen en bedieningsprotocollen. Specifiek kan worden gedacht aan de beschrijving ‘zicht schutsluis en beweegbare brug’ (functioneel deel) en expliciet in hoofdstuk 6. Hier wordt omschreven welke eisen worden gesteld aan de cameraopstelling en de gebruiker.

Ook is binnen de LBS het kader Bedienplek nautische objecten (BNO) opgenomen, inclusief de presentatie van de videobeelden. Dit LBS-kader bevat onder andere:

- de tijdsvolgorde van bedienhandelingen door de operator, de getoonde camerabeelden en de te bedienen *graphical user interface (GUI)* elementen op basis van de opeenvolgende processtappen zoals in het kader “basisbeschrijving” staan beschreven;
- de vertaling van de zicht-eisen zoals beschreven in het kader “Zicht” naar een specifieke monitoropstelling ten behoeve van de operator met onderscheid naar vaste beelden, procesbeelden en scheepvaartbeelden. Tevens specificert dit kader de positie in deze opstelling van ieder beeld.

³⁷ De analyse is opgenomen in bijlage F.

³⁸ Beschrijving zicht schutsluis en beweegbare brug (functionele deel). Onderdeel brug en Sluisstandaard versie 3.1 31 maart 2015 6. Functionele zicht-eisen beweegbare brug – landverkeer (RWS)

Deelconclusie:

De *Landelijke Brug- en Sluisstandaard*, verplicht en bindend voor Rijkswaterstaat, geeft invulling aan de vereiste cameraopstelling voor het bedienen op afstand en heeft aandacht voor menselijke factoren. De *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* geeft invulling aan de (sub)eisen die gesteld (moeten) worden aan de (optimale) presentatie van de camera beelden.

De verouderde NEN norm 6787-2003 en de Richtlijnen Vaarwegen 2017 stellen geen eisen aan de vereiste cameraopstelling voor het bedienen op afstand. Ze bieden ook geen invulling aan de bedieningsprotocollen met aandacht voor menselijke factoren.

De borging geïntegreerd in de keten van zowel zicht als bedienverantwoordelijkheid en -instructie, opleiding, inrichting van het bedienproces en besturing en bewaking van het brugbesturingssysteem, zoals opgenomen in de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* die alleen bindend is voor Rijkswaterstaat scheppen de kans op herstel bij een eerder gemaakte fout.

5.3 Kennisdeling binnen de sector

Sinds 2007 bestaat het Platform WOW, Wegbeheerders ontmoeten Wegbeheerders - Water ontmoet Water. Dit was een initiatief van vier wegbeheerders (waterschap Rivierenland, gemeente Arnhem, provincie Zuid-Holland en Rijkswaterstaat) die het nuttig vonden om als wegbeheerders meer kennis te delen. Het daaruit voorkomende Platform WOW stimuleert de samenwerking tussen beheerders van wegen, vaarwegen en water bij de Nederlandse overheid, havenbedrijven en drinkwaterbedrijven met als doelstelling dat het beheer van (vaar)wegen en het watersysteem zo efficiënt mogelijk wordt georganiseerd en uitgevoerd. Dit was het begin van Wegbeheerders Ontmoeten Wegbeheerders. In 2010 werd dit uitgebreid met de nautische beheerders Water Ontmoet Water. Ook de gemeente Zaanstad is actief betrokken bij WOW.

De resultaten uit het onderzoek en de aanbevelingen voor integrale benadering van veiligheid van zowel techniek als *Human Factors* (HF), was ook het startschot van de WOW-klankbordgroep voor de vervolgstappen veilig bedienen van bruggen en sluizen.

De werkgroep HF van WOW³⁹ heeft zich tot doel gesteld om de kennis en ervaring rondom de bediening van kunstwerken met elkaar te delen. Daarbij inventariseert de werkgroep in hoeverre rekening wordt gehouden met de menselijke factor, zodat voor een brugbeheerder duidelijk wordt wat hij kan doen om de veiligheid bij bediening van bruggen en sluizen te verbeteren.

³⁹ <https://platformwow.nl/thema-s/platform-wow/jaarverslag-2018-platform-wow/factsheet-jaarverslag-2018-integrale-veiligheid-en-de-human-factor/>

Platform WOW ontwikkelde samen met Intergo een *Human Factors* toets methodiek voor beweegbare objecten, waarin de Human Factors Weg, Human Factors Vaarweg en Human Factors Bedientaak samen komen.

Recentelijk, op 12 en 25 maart 2019, zijn de eerste resultaten gepresenteerd en beschikbaar gesteld voor alle beheerders. Beschikbaar zijn het ontwikkelde *raamwerk rond human factors*⁴⁰ en de *bedientaak en de toets methodiek*.⁴¹ Deze laatste houdt ook rekening met de weg- en vaarweggebruiker. Ook is online informatie⁴² beschikbaar, waarin uitleg wordt gegeven over *Human Factors* in algemene zin en wordt ingegaan op de *Human Factor* toets methodiek voor de veiligheid van bediening van bruggen en sluizen.

Deelconclusie:

De *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* van Rijkswaterstaat is beschikbaar waarin onder andere duidelijke eisen aan de cameraopstellingen zijn gesteld.

Daarnaast zijn veel initiatieven ontplooid waarin kennis ook op het gebied van *Human Factors* wordt gedeeld.

Dit alles kent geen verplichting. Dit maakt dat beheerders en/of eigenaren van bruggen de ruimte kunnen nemen om te kiezen voor andere, ook minder veilige oplossingen.

5.4 Stimulans ter verbetering

Uit het onderzoek is gebleken dat brugbeheerders nog steeds geen eenduidige standaard of richtlijn hebben die hen voldoende ondersteunt in het opzetten en uitvoeren van een integrale veiligheidsbenadering bij brugbediening op afstand. De huidige normering en regelgeving is niet toereikend en te vrijblijvend. Anders is dit voor Rijkswaterstaat. De brugbeheerders zijn dan ook volledig vrij in de eigen inrichting voor het op afstand bedienen van bruggen. Anderzijds zijn de richtlijnen beperkt en geven deze onvoldoende richting in het uitvoeren van de integrale veiligheidsbenadering zoals door de Onderzoekraad aanbevolen.

Het is een gegeven dat mensen fouten maken en kunnen herstellen als ze daartoe in staat worden gesteld. De zichtiesen zoals opgenomen in de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* borgen de kans op herstel bij een eerder gemaakte fout.

⁴⁰ <https://platformwow.nl/media/2787/hf-bedientaak-definitief.pdf>

⁴¹ <https://platformwow.nl/media/2946/human-factors-toetsmethodiek-veiligheid-beweegbare-objecten.pdf>

⁴² <https://www.platformwow.nl/verslagen/terugblik-webinar-human-factors-en-veilig-bedienen-van-bruggen-en-sluizen-5157>

Deelconclusie:

Na de publicatie van het rapport Den Uylbrug door de Onderzoeksraad (2016) zijn vanuit de sector op het gebied van de menselijke actor veel initiatieven genomen.

De uitkomsten van dit onderzoek naar het voorval op de Bernhardbrug en het vorige onderzoek naar het voorval op de Den Uylbrug bieden de minister opnieuw een kans om het op afstand bedienen van bruggen een extra veiligheidsimpuls te geven.

6 CONCLUSIES

Al jaren vinden in Nederland ongevallen met op afstand bediende bruggen plaats. De Onderzoeksraad startte dit onderzoek nadat in Zaandam bij het openen van een op afstand bediende brug opnieuw mensen in problemen raakten omdat ze niet waren opgemerkt. Een ouder echtpaar is daarbij ernstig gewond geraakt. Het voorval vertoonde gelijkenis met het verongelukken van een vrouw op 6 februari 2015. Zij stond op de dr. J.M. Den Uylbrug toen deze werd geopend. Dat voorval is door de Onderzoeksraad voor Veiligheid onderzocht en in januari 2016 is het rapport gepubliceerd. De ondertitel van dit rapport, *Meer dan de som der delen*, maakte duidelijk dat de oorzaak niet enkelvoudig was. Ook bij het voorval op de Bernhardbrug blijkt de oorzaak niet enkelvoudig te zijn. De lessen uit het dodelijk ongeval op de Den Uylbrug roepen de vraag op waarom bijna drie jaar na de publicatie een soortgelijk voorval op de Bernhardbrug plaats kon vinden.

Naar aanleiding van het onderzoek naar het ongeval op de Bernhardbrug komt de Raad tot de volgende eindconclusies:

De Bernhardbrug werd geopend door de brugbedienaar, zonder dat hij het echtpaar tussen de slagbomen opmerkte.

Met de ingeslepen werkwijze domineert het scheepvaartverkeer in de huidige praktijk. Dit kan leiden tot zelfopgelegde druk bij brugbedienars.

Op de vraag hoe de brug geopend kon worden terwijl twee voetgangers zich op het beweegbare deel van de brug bevonden, is het antwoord tweeledig. De brugbedienaar heeft door de servicegerichtheid aan het scheepvaartverkeer (staande praktijk) op verzoek van zijn collega direct aangevangen met het openen van de brug voor het naderende schip. Tijdens het schouwen voor en na het sluiten van de slagbomen heeft hij de voetgangers niet opgemerkt, terwijl ze op de camerabeelden goed zichtbaar waren.

De voetgangers hebben zich niet gerealiseerd dat zij zich op het bewegende deel van de brug bevonden. Vanaf hun positie waren de signaleringslichten niet zichtbaar en was de brugval niet herkenbaar als het deel van de brug dat zou opengaan.

Na het daadwerkelijk aanvangen van de brugopening zag de brugbedienaar een 'schim', maar ontbrak het hem aan overzicht van wat zich op de brugval afspeelde. Daardoor kon hij alleen maar gissen naar wat er aan de hand was. Vervolgens heeft de brugbedienaar de brugopening gestopt, maar geen initiatief genomen om de brug te sluiten omdat hij het risico wilde uitsluiten dat mensen bekneld konden raken. Dit heeft ertoe geleid dat de voetgangers uiteindelijk van de brug afvielen toen deze openging.

De gemeente Zaanstad is voortvarend van start gegaan met verbetermaatregelen voor de Den Uylbrug, maar heeft er niet direct voor gekozen deze maatregelen ook op de andere bruggen uit te voeren.

Door de gekozen werkwijze van de werkgroep en de complexiteit van de inventarisatie verminderde de prioriteit voor het verbeteren van de veiligheid van op afstand bedienende bruggen in Zaanstad. Dit heeft er onder meer toe geleid dat de integrale veiligheidsscan voor de Bernhardbrug werd doorgeschoven in de tijd. Zodoende waren de veiligheidsrisico's van de Bernhardbrug niet in beeld.

De gemeente heeft de lessen uit het ongeval op de Den Uylbrug en de eerste resultaten uit de pilot niet benut voor het structureel verbeteren van de veiligheid van de Bernhardbrug.

In reactie op het rapport over het voorval op de Den Uylbrug in 2015 heeft de gemeente Zaanstad in 2016 aangegeven de aanbevelingen te zullen overnemen en direct een verbetertraject in gang te zetten. Een multidisciplinair projectteam (INVEST) zou alle bruggen in de regio onderwerpen aan een integrale veiligheidsscan. Na een lange aanloop zijn er bij een viertal bruggen veel en gelijksoortige tekortkomingen geconstateerd. De veiligheidsscan was niet uitgevoerd op de Bernhardbrug. Deze brug werd niet gezien als risicovol, omdat hij in 2006 in gebruik was genomen. Het project is bovendien vertraagd door de hoeveelheid werk versus de beschikbare capaciteit.

De gemeente Zaanstad stelt in de reactie op het onderzoek '*dat de brugwachters ook verkeersmanagers zijn en maken een beslissing tot openen nadat ze alles hebben beoordeeld*'. De stelling kan alleen waargemaakt worden als de brugbediener daartoe in staat is gesteld.

De geïdentificeerde tekortkomingen en de maatregelen zoals genomen bij de Den Uylbrug en de resultaten uit de pilot hebben niet automatisch geleid tot maatregelen bij de andere bruggen. Het was een bewuste keuze binnen de gemeente om eerst alle problemen in kaart te brengen. Structurele problemen, zoals het niet zichtbaar zijn van de alarmseinen, het niet identificeren van de brugval door de verkeersdeelnemers en geen overzicht hebben op de gehele brugval, kunnen ertoe leiden dat fouten in de brugbediening niet (tijdig) hersteld kunnen worden.

De ongevallen op de Den Uylbrug en de Bernhardbrug in Zaandam zijn niet uniek. Op verschillende plaatsen in het land komen ongevallen met op afstand bedienende bruggen voor. Het onderzoek heeft (opnieuw) aangetoond dat dit samenhangt met het uitblijven van uniformiteit en duidelijke richtlijnen.

De door de minister aangekondigde initiatieven hebben wel geleid tot meer kennis maar niet geleid tot de gewenste verbetering van de veiligheid bij het bedienen van op afstand bediende bruggen.

Er zijn geen vastgestelde landelijke kaderstellende normen voor het bedienen van op afstand bediende bruggen. Veel bruggen kunnen niet veilig op afstand bediend worden omdat het totaalbeeld ontbreekt.

De toenmalige minister van Infrastructuur en Milieu (IenM) gaf in haar reactie aan dat de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* al voorzag in de behoefte voor Rijkswaterstaat om bruggen op een veilige en overzichtelijke manier op afstand te kunnen bedienen. Ze liet de overige verbeteringen, zoals het aanpassen van de NEN norm, aan de partijen over.

Er is sinds 2016 landelijk wel veel gedaan aan het ontwikkelen van nieuwe inzichten, waarbij enerzijds wordt gekeken naar de vereiste cameraopstellingen en anderzijds wordt gekeken naar de menselijke factoren. Vooral vanuit het platform WOW is inspanning geleverd en zijn er bruikbare handvaten ontwikkeld. Dit heeft echter tot op heden niet geleid tot landelijke uniformiteit.

Ook wordt geen aandacht geschonken aan de bedieningsprotocollen in relatie tot menselijke factoren. De *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* voorziet wel in deze behoefte en geeft daarnaast invulling aan de vereiste cameraopstelling voor het bedienen op afstand. Dit is echter alleen een vereiste voor bruggen van Rijkswaterstaat. Alle andere brugbeheerders zijn vrij om dit naast zich neer te leggen.

Alles overziend is het antwoord op de vraag '*Hoe komt het dat de aanbevelingen in het onderzoek naar het ongeval op de Den Uylbrug in 2015 en de opvolging daarvan in de jaren daarna, het ongeval op de Bernhardbrug niet hebben kunnen voorkomen?*' samengevat in drie hoofdconclusies:

Niet alle bruggen waren door de gemeente Zaanstad aan een integrale veiligheidsscan onderworpen.

Na de pilot is vervolgens gekozen om eerst alle tekortkomingen in kaart te brengen, alvorens over te gaan tot structurele verbetermaatregelen op de andere bruggen, anders dan op de Den Uylbrug.

Een cameraopstelling moet de brugbedienaar continu een totaalbeeld bieden om na het maken van een fout het overzicht te behouden waarmee de brugbediener in staat wordt gesteld om een fout te herstellen.

De ongevallen in Zaandam zijn niet uniek. Op verschillende plaatsen in het land komen ongevallen met op afstand bediende bruggen voor, wat samenhangt met het uitblijven van uniformiteit en duidelijke richtlijnen.

Er is, anders dan voor Rijkswaterstaat, nog steeds geen bindend voorschrift of norm die voorziet in de minimale, verplichte eisen om goed en veilig met camera's op afstand bruggen te kunnen bedienen.

BIJLAGE A

OVERZICHT ONGEVALLEN

In de periode 2003 tot en met 2007 zijn meerdere (ernstige) ongevallen door de Onderzoeksraad in kaart gebracht. Het betrof ongevallen met op afstand bedienende bruggen. Hieronder volgt een korte opsomming, waarbij de ongevallen met een asterisk (*) ook door de Raad voor de Transportveiligheid (RvTV) of de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn verkend.

April 2003, Calandbrug Rotterdam

Een automobilist reed in file op de brug en is ingesloten tussen de neergaande bomen. De brug ging omhoog waardoor de auto verticaal kwam te staan. De bestuurder kon eruit springen, waarna de auto 18 meter naar beneden stortte.

Juni 2003, Aduard*

Een meisje van 11 jaar is met haar hoofd tussen de brug en een stenen muurtje terecht gekomen toen zij over het muurtje naar het water en de passerende schepen keek en aan haar verwondingen overleden. Het meisje stond op een toegestane plek maar er was geen veilige afscherming en was niet onder camera bereik. De brugbediener kon haar nooit zien.

Juni 2003, Hefbrug Zuidhorn

Een oudere vrouw (77) liep nog net onder de neergaande slagbomen van de brug door op het moment dat het openen van de brug begon. Ze werd ingesloten, niet opgemerkt en viel van de brug.

Mei 2005, Kogerpolderbrug West-Grafdijk

Een auto kwam in het water terecht toen de Kogerpolderbrug openging, terwijl de auto nog op het brugdek stond. De bestuurder kwam op tijd uit de auto, die vervolgens meters naar beneden in het water viel.

Oktober 2005, Twistvlietbrug Zwolle

Een 76-jarige vrouw viel met haar invalidewagen van de brug af. Zij reed de brug op en raakte ingesloten. Ze bleef keurig voor de afsluitbomen wachten, alleen aan de verkeerde kant van de afsluitbomen. Vervolgens ging ze omhoog, reed achteruit en viel op het asfalt.

Lees verder op de volgende pagina ➔

Mei 2006, Onbekend

Een 53-jarige vrouw wachtte voor een geopende draaibrug. Toen het mocht reed ze de brug op. Nog voordat ze aan het eind van de brug was, werd ze ingesloten tussen de bomen. Toen de vrouw voelde dat de brug begon te draaien reed ze door de bomen de brug af.

Juni 2006, Maastricht

Een 52-jarige vrouw kreeg een slagboom van een brug op haar hoofd terwijl ze stond te wachten op de brug. De weg voor haar was door het overige verkeer geblokkeerd.

September 2006, Zwijndrecht

Een 76-jarige man reed over de brug toen ineens de waarschuwingslichten gingen knipperen en hij werd ingesloten. Hij reed met zijn auto vanaf de opgaande brug en kwam op het onderliggende wegdek terecht waarbij hij gewond raakte. Achteraf bleek dat de bestuurder door rood reed.

September 2006, Dinteloord*

Op zaterdag 2 september stopte de 82 jarige fietser midden op de op afstand bediende brug om naar een naderend pleziervaartuig te kijken. De opvarenden zagen dat de waarschuwingsinstallaties in werking traden, maar de fietser reageerde niet. Kort daarop zette het brugdek zich in beweging. De fietser viel uiteindelijk met fiets en al naar beneden kwam hierbij om het leven.

September 2007, A6 Ketelbrug*

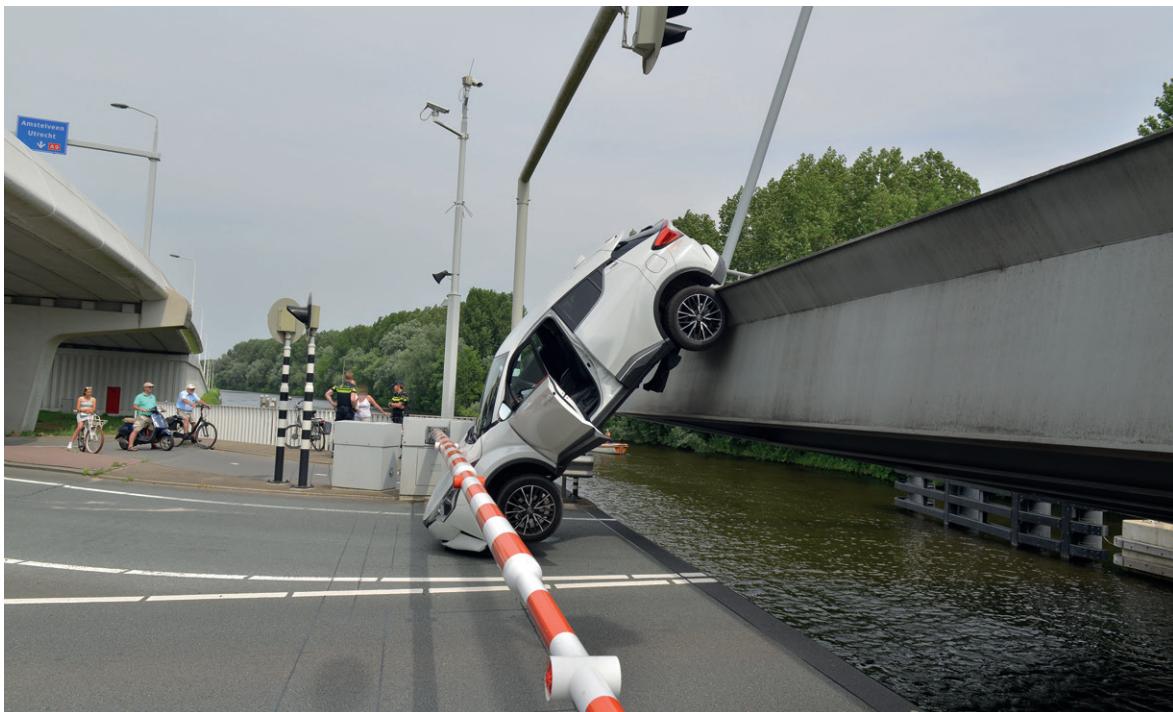
Een 64-jarige vrouw reed vanuit Emmeloord richting Lelystad. Bij de Ketelbrug reed ze onder de eerste slagboom door. Toen ze merkte dat de tweede slagboom dicht was, reed ze achteruit. De brug was toen echter al open aan het gaan en de vrouw viel met haar auto door het gat tussen de brugdelen. De automobiliste verdrong. De brugwachter heeft verklaard niet gemerkt te hebben dat er een voertuig tussen de slagbomen stond. Ook zou de man de auto niet hebben gezien toen die achteruit reed.

Maar ook naar aanleiding van het ongeval op de Prins Bernhardbrug in november 2018 zijn de in de media bekende ongevallen opnieuw geïnventariseerd, een korte opsomming:

Juni 2017, Schiphol-Oost

Op de Bosrandbrug nabij Schiphol-Oost kwam een auto klem te zitten tussen de brug en de weg. De automobiliste heeft een rood verkeerslicht genegeerd. Ook kon de automobiliste op het brugdek door slagbomen worden ingesloten. Tenslotte heeft de onervaren brugbedienaar de auto (via het beeldscherm) niet op de brugval zien staan, terwijl hij de brug opende.

Enkele dagen eerder ging het mis met de Schipholtreinbrug. De brugbedienaar sloot de brug te vroeg waardoor een schip werd geraakt.



Figuur 12: De Bosrandbrug. (Bron: HFV / Eric van Lieshout)

Juni 2017, Vlissingen Sloebrug

Een vrouw ging met haar fiets onder de slagbomen door die bezig waren te dalen. De bedienaar van de brug heeft haar niet waargenomen. Na het sluiten van de bomen is aangenomen dat de brug vrij was en werd de opening gestart. Na 25 seconden was er geen zicht meer op de brug, omdat de camera's dan automatisch niet meer op het wegverkeer maar op het waterverkeer worden gericht.

Juni 2017, Weert Stadsbrug

Een hoogbejaarde vrouw stond met haar rollator op de hefbrug toen de brug omhoog ging. De 90-jarige vrouw probeerde er nog vanaf te komen, maar de burg was al een stukje omhoog gekomen. Ze stond op de rand van de brug en kwam vervolgens ten val. Een omstander greep direct in en pakte de vrouw vast zodat ze niet in het kanaal belandde. De vrouw was niet opgemerkt.

Juni 2018, Gouda

Tijdens het openen van de brug bevonden zich twee auto's tussen de gesloten slagbomen. Het achterste voertuig stond met de achterste assen op het bewegende deel. Dit heeft ertoe geleid dat de achterkant van de auto omhoog kwam toen het bewegende deel van de brug omhoog kwam. De bestuurder gaf gas en viel hierdoor weer terug op het wegdek.

Juli 2018, Gouda

Bij de Julianasluis in Gouda wachtte een fietser na het horen van de bellen bij een witte stopstroep en de rode stoplichten. De fietser stond netjes voor de slagbomen. Voor zijn gevoel stond hij goed. Hij bleek echter op het brugdek te staan. Toen de brug omhoog kwam viel het slachtoffer enkele meters naar beneden en raakte zwaar gewond.

BIJLAGE B

RASMUSSEN THE COGNITIVE

Al in de jaren tachtig is een model⁴³ ontwikkeld dat de informatieverwerking door de mens beschrijft. In dit model worden drie niveaus van menselijke verrichtingen onderscheiden: *skill-based*, *rule-based* en *knowledge-based*. Vrij vertaald in het Nederlands betreft dit het handelen op basis van vaardigheden, het handelen op basis van regels en het handelen op basis van kennis. Deze indeling biedt een nuttig kader voor het identificeren van de soorten fouten die kunnen optreden in verschillende operationele situaties. Niet alleen binnen de verschillende aspecten bij eenzelfde taak maar ook daar waar verschillende eisen aan de verwerking van informatie worden gesteld bij het individueel optreden.

Wetenschappelijk onderzoek heeft geleerd dat er veel fouten worden gemaakt in het nemen van beslissingen. Hoewel *skill-based* fouten het meest frequent worden gemaakt, worden ze ook het meest gedetecteerd en hersteld, waardoor hun bijdrage aan het ontstaan van ongelukken minder groot is. Daarentegen ligt bij *rule-* en *knowledge-based* de onderkennings van gemaakte fouten en de kans op herstel van die fouten veel lager. Eén van de factoren die de detectie op *rule-* en *knowledge-based* niveau bemoeilijken, is het 'strong-but-wrong' verschijnsel: mensen negeren onderbewust regels en zetten hun ingezette werkwijze gewoon door in de overtuiging dat ze goed handelen.

⁴³ Jens Rasmussen (1983), expands the cognitive aspects of error and defines three types of operator performance and three types of associated errors: skill-based, rule-based and knowledge-based. IEEE Transactions: Systems, Man & Cybernetics, 1983, SMC-13, pp.257-267. ISSN: 0018-9472.

Skill-based level

Op het *skill-based* niveau voeren mensen handelingen automatisch en onbewust uit. Vaak gaat het om geoefende (routine) taken. Dit is onder normale omstandigheden het werken in de dagelijkse praktijk, maar ook zonder zich er van bewust te zijn, zoals met de auto van huis naar het dagelijks werk rijden.

Rule based level

De mens schakelt over naar *rule-based* wanneer er een noodzaak is om een handeling met meer aandacht uit te voeren. Het gaat hierbij om bekende situaties die getraind zijn of geregeld zijn in protocollen, plannen en procedures. Bij het toepassen van de regels handelt een mens onbewust door het combineren van de signalen en symptomen van het probleem met kennis die in zijn geheugen is opgeslagen. Juist in deze laatste situatie is de mens maar zeer beperkt in staat om de ordening vanuit het hersenen snel terug te halen. Dit is bijvoorbeeld het geval als er hectiek ontstaat of als een situatie grote impact heeft op de verwerking van de informatie.

Knowledge based level

Op het *knowledge-based* niveau bevindt een mens zich zelden. Het gaat dan om lastige, onbekende situaties, waarover hij veel (nieuwe) informatie moet verwerken om een taak uit te voeren. Mensen zijn hier doorgaans niet erg goed in, zeker als er sprake is van (tijds)druk.

BIJLAGE C

STAND VAN ZAKEN IV-SCAN

Het integraal veiligheidsteam Zaanstad dat de scans uitvoert, heeft aan de hand van een aantal brugbezoeken waarbij de tekortkomingen in kaart zijn gebracht terugkerende aspecten vastgesteld, die aanpak vereisen. Na het voorval op 28 november heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid de stand van zaken bij de gemeente Zaanstad opgevraagd.



gemeente Zaanstad
Beleid & Ondersteuning

Notitie

AAN [REDACTED]

KOPIE AAN [REDACTED]

VAN [REDACTED]

DOORKIESNUMMER [REDACTED]

DATUM [REDACTED]

AANTAL PAGINA'S [REDACTED]

ONDERWERP

Stand van zaken IV-scan beweegbare bruggen

Inleiding

In deze notitie wordt ingegaan op:

- Overzicht van 'gescande' en nog te scannen beweegbare bruggen in het kader van integrale veiligheid;
- Welke maatregelen zijn uitgevoerd;
- Waarom we er al twee jaar mee bezig zijn.

Stand van zaken

Voor alle beweegbare bruggen is of wordt nog een IV-scan uitgevoerd. Vervolgens worden de aanbevelingen uit de scans omgezet in een maatregelenpakket. Per maatregel vindt een verdere uitwerking plaats. Vervolgens vindt implementatie van de maatregel plaats. Daarbij wordt gekeken of koppeling met regulier of groot onderhoud kan plaatsvinden. Ingeval invoering van een maatregel urgent is (bepaald door de score uit de uitgevoerde scan), vindt een specifiek traject plaats. Voor stand van zaken: zie onderstaande tabel:

Brug	Scan	Status maatregelen	Instantie	Opmerkingen
Dr. J.M. den Uylbrug	N.v.t.	Uitgevoerd, zoals het aanbrengen attentieknop en het beter zichtbaar maken van de val van de fietsbrug	Zaanstad	Maatregelen o.g.v. rapport Onderzoeksraad voor Veiligheid
Coenbrug	Ja	Urgente problemen zijn aangepakt, zoals bekabeling en beplating. De rest volgt bij groot onderhoud.	Rijkswaterstaat	Aanleg wachtplaats zuid voor schepen wordt volgend jaar gerealiseerd.
Julianabrug	Ja		Noord-Holland	
Willem Alexanderbrug	Ja	Aanbrengen koppeling LVS – VRV kruising Leliestraat) is uitgevoerd. Rest volgt	Zaanstad	

		bij groot onderhoud brug in 2020.		
William Pontbrug	Ja	Tijdelijke maatregel uitgevoerd (bediening op locatie). Bediening op afstand na aanbrengen tweetal camera's.	Zaanstad	
Vaartbrug	Ja	Uitvoering maatregelen in combinatie met groot onderhoud in 2019.	Zaanstad	Urgentie maatregelen niet van toepassing.
Nauernasche Brug	Ja	Uitvoering maatregelen in combinatie met groot onderhoud in 2019.	Zaanstad	Urgente maatregelen niet van toepassing.
Reint Laan Jr. Brug	Ja	Uitvoering maatregelen in combinatie met groot onderhoud in 2019.	Zaanstad	Urgente maatregelen niet van toepassing.
Parklaanbrug	Ja	Uitvoering maatregelen in combinatie met vervanging van de brug in 2019.	Zaanstad	Urgente maatregelen aan bestaande brug niet noodzakelijk.
Wilhelminacomplex (WH) – bestaande situatie	Ja	Niet van toepassing	Noord-Holland	Resultaten van de scan worden gebruikt bij het verder uitwerken van het nieuwe WH-complex
Wilhelminacomplex – nieuwe situatie	Ja	Uitvoering maatregelen in combinatie met nieuwbouw van WH-complex 2019 - 2020	Noord-Holland	
Wilhelminacomplex – tijdelijke situatie	Is gaande	In voorbereiding	Noord-Holland	
Bernhardbrug	Nee	Scan gepland in januari 2019	Zaanstad	
Schiethavenbrug	Nee	Scan gepland in februari 2019	Zaanstad	
Haaldersbroekerbrug	Nee	Scan gepland in maart 2019	Zaanstad	Koppeling met vervanging brug
Clausbrug	Nee	Scan gepland in april 2019	Noord-Holland	

Uitvoering van maatregelen

Uit de resultaten van de Integrale veiligheidsscan zijn de volgende hoofdlijnen te destilleren.

- *Rood licht campagne*
Naast diverse fysieke maatregelen heeft de gemeente 2 jaar lang een rood licht campagne gevoerd. Met bezoeken aan scholen, sportverenigingen en met behulp van sociale media zijn bewoners van Zaanstad gewezen op de gevaren van rood licht negatie bij bruggen. Aan de onderkant van de val van bruggen zijn informatieborden aangebracht, waarin ook wordt gewaarschuwd voor rood licht negatie.
- *Hoogte van de leuning.*
Op de beweegbare bruggen voldoen vaak de leuningen zowel bovenop de brug als in de machinekamer niet aan de huidige Machinerichtlijn NEN 6787. Volgens deze NEN-norm behoort

het leuningwerk minimaal 1,10 m hoog te zijn. Achtergrond hiervan is, dat een beweegbare brug als geheel een ‘machine’ wordt genoemd. Daarentegen gaat het Bouwbesluit van een minimale hoogte van 1,00 m uit. Het Bouwbesluit geldt o.a. voor objecten in de openbare ruimte, zoals b.v. vaste bruggen. In het kader van de actualisatie van de Machinerichtlijn zal norm van de leuninghoogte gelijk worden getrokken aan dat van het Bouwbesluit. Om die reden zullen de hoogte van de brugleuningen niet worden aangepast. Alleen bij nieuwbouw van beweegbare bruggen zal wel van een brugleuningshoogte van 1,10 m worden gebruikt.

- *Zichtlijnen voor bediening bruggen en cameraplan*

Bij de beoordeling van de bediening door camera's liggen de volgende vragen ten grondslag:

- Leveren de camerabeelden inhoudelijk de juiste informatie, die nodig is voor de bediening;
- Is de positie van de camera's dusdanig, dat de bedienaar een goed beeld kan vormen van de situatie; en
- Worden de camerabeelden dusdanig op de bediendesk gepresenteerd, dat de beelden een optimale ondersteuning bieden bij de taakuitvoering van de bedienaar.

Beantwoording van deze vragen heeft geleid tot het opstellen van nieuwe cameraplannen voor een aantal bruggen. Belangrijke input voor het plaatsen van camera's is het daarbij bepalen van de zichtlijnen op de brug zelf en in de directe omgeving van de brug: wat moet de bedienaar zien en hoever moet de bedienaar kunnen kijken. De camera's moeten zodanig geplaatst worden, dat de bedienaar een goed beeld van de situatie kan vormen. De presentatie van de camera-beelden moet daarbij zodanig zijn, dat de beelden een vloeiende lijn van de doorvaart van het schip laten zien. Tegelijk moet ook blijvend zicht zijn op de weg en omgeving van de brug tijdens de doorvaart van het schip. De kunst is om al deze beelden op een goed, overzichtelijke wijze aan de bedienaar te presenteren. Hier toe is een model-bediendeskopstelling gemaakt, dat de basis vormt voor het verbouwen van de bedienpost in januari 2019.

- *Uniformering van het bedienproces van bruggen*

Verder kwam naar voren, dat de bedienstappen bij bruggen niet altijd uniform plaatsvinden. Dit heeft geleid tot het opstellen van een bedienfilosofie beweegbare bruggen. Op basis van deze bedienfilosofie worden de huidige bedieningsstappen van een brug in kaart gebracht en op basis daarvan worden aanbevelingen tot verbetering gedaan. Deze verbeteringen kunnen leiden tot tijdwinst, maar ook tot verbetering van het schouwen en monitoren tijdens het brugbedienproces. Een uniforme bedienproces draagt bij aan een veilige bediening van de brug.

- *Koppeling VRI landverkeer – landverkeersseinen bruggen*

Ook is aandacht besteed aan de koppeling van de VRI landverkeer op een nabijgelegen kruising aan de landverkeersseinen van de brug. Dit voorkomt, dat de VRI / landverkeersseinen onafhankelijk van elkaar werken. De koppeling leidt hierdoor tot een betere overzichtelijke verkeerssituatie voorafgaand aan de bediening van de brug door de bedienaar zelf. Daarnaast kan de afwikkeling van het opgestelde landverkeer sneller verlopen door het geven van extra groen in de prioritaire verkeersrichtingen.

- *Bedienend personeel*

Het functieprofiel van bedienars is aangepast aan de meest actuele kennis rondom brugbediening zoals deze landelijk geldt. Bedienars worden middels een nieuwe systematiek zowel lichamelijk als psychisch gekeurd. Medewerkers hebben een scenariotraining (bewustwordingstraining) gedaan. Het inwerkprogramma is geactualiseerd. Er is gezorgd voor duidelijkheid qua rollen en verantwoordelijkheden binnen de gemeente. Tenslotte worden de werkplekken in januari 2019 aangepast, zodat het zicht van de bedienaren op de monitors verder wordt verbeterd.

Twee jaar

Zaanstad is nu een kleine twee jaar bezig met het integrale veiligheidsvraagstuk van de beweegbare bruggen. Aanleiding was het ongeval op de Den Uylbrug en het rapport van de Onderzoeksraad voor de veiligheid. Aanbevelingen waren:

- Pas een Integrale Veiligheidsbenadering toe op de bediening van bruggen op afstand waarbij de interactie tussen mens, techniek en omgeving centraal staat.
- Breng potentieel gevaarlijke situaties in kaart in scenario's en train de brugwachters periodiek hoe zij daarin moeten handelen.

Naast het aanbrengen van verscheidene maatregelen aan de Den Uylbrug werd voorjaar 2017 een begin gemaakt met het ontwikkelen van een integrale veiligheidsbenadering, waarbij ook de menselijke factor een plaats kreeg. Een dergelijke veiligheidsbenadering bestond nog niet in den lande. De studie heeft geleid tot het rapport Opzet methodiek voor integrale veiligheid bruggen bij de gemeente Zaanstad van januari 2018.

Bij het ontwikkelen van deze methodiek zijn ook de provincie Noord-Holland en Rijkswaterstaat betrokken geweest. Naast een theoretisch kader over het identificeren van veiligheidsrisico's en de wijze van kwantificeren van deze risico's is de methodiek mede ontwikkeld aan de hand van het daadwerkelijk beoordelen van de verkeerssituatie bij een drietal bruggen op 'integrale veiligheid': Coenbrug (Rijk), Julianabrug (provincie) en Willem Alexanderbrug (gemeente). Op basis hiervan zijn integrale veiligheidsscan-items gedefinieerd. Met deze lijst van items zijn vervolgens in 2018 andere bruggen op de integrale veiligheid gescand. Zoals in eerdergenoemde tabel is vermeld, zijn de scans bijna alle beweegbare bruggen in Zaanstad uitgevoerd. Naast specifieke, gewenste maatregelen per brug is door het Integrale Veiligheidsscan-team (InVesT) veel aandacht besteed aan alle aspecten rondom het bedienproces en de rol van de camerabeelden hierin. Dit heeft ook de nodige tijd gekost.

Bijlage 1: Overzicht maatregelen per brug (netbericht [REDACTED] d.d. 29-11-2018)

Van: [REDACTED]

Verzonden: donderdag 29 november 2018 19:00

Aan: [REDACTED]

CC: [REDACTED]

Onderwerp: maatregelen na rapport onderzoeksraad voor de veiligheid

Beste [REDACTED]

Aanbevelingen van de Onderzoeksraad voor Veiligheid aan de gemeente Zaanstad naar aanleiding van het ongeval op de Den Uylbrug waren:

1. Pas een Integrale Veiligheidsbenadering toe op de bediening van bruggen op afstand waarbij de interactie tussen mens, techniek en omgeving centraal staat.
2. Breng potentieel gevaarlijke situaties in kaart in scenario's en train de brugwachters periodiek hoe zij daarin moeten handelen.
opm: de gevaarlijke situaties waren al in beeld gebracht en op basis daarvan is het kwaliteitshandboek beschreven waarin de procedures staan. Daarnaast hebben de medewerkers in 2017 een scenariotraining gevolgd waarin met hen werd bekeken op welke wijze zij naar bijzondere (ongewenste) situaties konden kijken en hoe zij daarop konden anticiperen. Er wordt thans door een brugwachter gewerkt aan een nieuwe opzet scenariotraining. De systematiek van integrale veiligheidsscans is ook gebaseerd op scenario's. Medewerkers worden getraind bij nieuwe werkwijzen/procedures zodat zij goed zijn voorbereid op hun nieuwe taken.

Na het rapport van de Onderzoeksraad voor veiligheid zijn de volgende maatregelen getroffen om te komen tot een veiligere brugbediening. Samen met een expert op het gebied van veiligheid is een nieuwe methodiek ontwikkeld voor het inspecteren van bruggen op veiligheid. Dit betreft de Integrale veiligheidsscan. De raad is hier periodiek over geïnformeerd. Volgens de resultaten uit de integrale veiligheidsscans zijn de volgende maatregelen uitgevoerd of worden nog uitgevoerd:

Den Uylbrug

- Er is een extra schouwmoment ingebouwd. De brugwachter moet een extra handeling verrichten voordat de brug geopend kan worden.
- Er zijn extra seinen aangebracht specifiek voor fietsers en voetgangers.
- De (slagboom) bellen zijn aangepast zodat deze luider klinken.
- Het val (beweegbaar deel van de brug) is geel gemarkeerd zodat deze beter opvalt.
- De voorwaarschuwingsseinen zijn beter zichtbaar gemaakt.
- Er is een alarmknop geplaatst voor brugpassanten zodat de bedienpost gealarmeerd kan worden in geval van nood.

Iedere week wordt gecontroleerd of er incidenten hebben plaatsgevonden.

Alexanderbrug

Er is een koppeling gemaakt tussen de naastgelegen VRI (verkeerslichtinstallatie) en de brug zelf. Hierdoor kan de brug sneller ontruimd worden waardoor de kans op rood licht negatief afneemt. De overige maatregelen uit de IV scan worden meegenomen met de geplande renovatie in 2020.

William Pontbrug

De WP brug is een automatische brug. De brug treedt in werking als sensoren worden geactiveerd. Eind 2017 is geconstateerd dat een aantal sensoren niet feilloos werkt. Besloten is tijdelijk over te gaan op lokale bediening. Door B&W is besloten om de brug om te bouwen naar bediening op afstand. De overige maatregelen uit de veiligheidsscan worden ook meegenomen.

Reintlaan Junior brug, Vaartbrug, Brug Nauerna

De renovatie van deze bruggen staat in de planning voor 2019 en 2020.
Met de renovatie worden ook de maatregelen van de IV scans meegenomen.

Wilhelminabrug en Beatrixbrug (gemeente)

Op deze bruggen is samen met de provincie Noord Holland en Heijmans een Integrale veiligheidsscan uitgevoerd.
De resultaten hiervan worden verwerkt in het nieuwe ontwerp van de brug.

Zaanbrug

Op deze brug is samen met de provincie Noord Holland en Heijmans een Integrale veiligheidsscan uitgevoerd. De resultaten hiervan worden verwerkt in het nieuwe ontwerp van de brug.

Bernhardbrug

Staat op de planning om geïnspecteerd te worden middels de integrale veiligheidsscan.

Schiethavenbrug

Staat op de planning om geïnspecteerd te worden middels de integrale veiligheidsscan

Bruggen derden

De spoorbrug van Prorail, de Coenbrug van RWS en de Julianabrug van de PNH zijn ook geïnspecteerd middels de integrale veiligheidsscan.
De resultaten hiervan zijn teruggelegd bij de betreffende partijen met het verzoek actie te ondernemen.

Overige maatregelen**Rood licht campagne**

Naast diverse fysieke maatregelen hebben we 2 jaar lang een rood licht campagne gevoerd.
Met bezoeken aan scholen, sportverenigingen en met behulp van social media zijn bewoners van Zaanstad gewezen op de gevaren van rood licht negatie bij bruggen.

Landelijke kennisnetwerken

In het algemeen is onze ervaring met de Den Uylbrug gedeeld binnen onze netwerken.
Met het landelijke kennisplatform WOW wordt gewerkt aan richtlijnen voor de integratie van de menselijke component van bedienend personeel in het ontwerp en bouw van kunstwerken zoals bruggen en sluizen.
Zaanstad is lid geworden van de NEN normencommissie Veiligheid beweegbare bruggen. Deze norm wordt gebruikt bij de bouw van nieuwe bruggen.

Bedienend personeel

Het functieprofiel van bedienend personeel is aangepast aan de meest actuele kennis rondom brugbediening zoals deze landelijk geldt.
Bedienend personeel wordt middels een nieuwe systematiek zowel lichamelijk als psychisch gekeurd.

Medewerkers hebben een scenariotraining (bewustwordingstraining) gedaan.

Het inwerkprogramma is geactualiseerd.

We hebben gezorgd voor duidelijkheid qua rollen en verantwoordelijkheden binnen onze organisatie

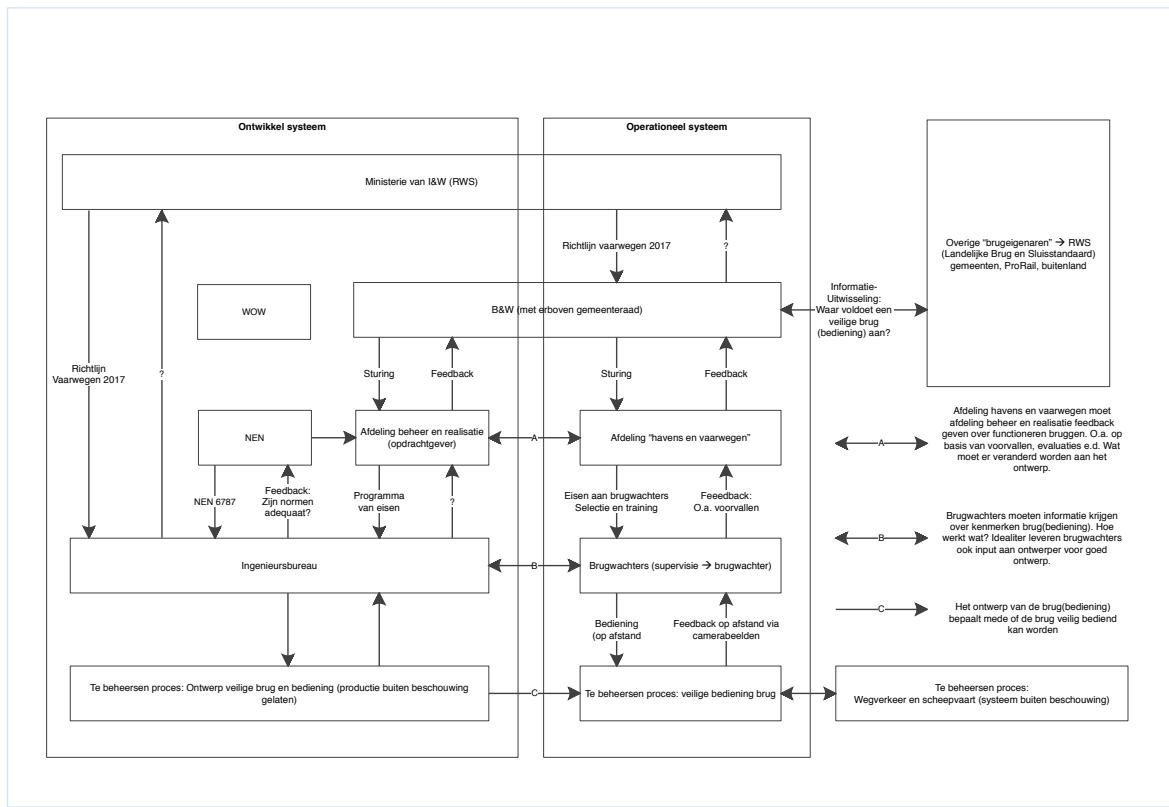
Ik hoop hiermee voldoende jouw vragen te hebben beantwoord.

Met vriendelijke groet,

BIJLAGE D

STAMP-ANALYSE

Om inzichtelijk te maken hoe complex het geheel is, zijn de partijen en actoren met behulp van een STAMP⁴⁴ analyse in beeld gebracht. In de STAMP-analyse is zichtbaar gemaakt welke partijen betrokken zijn, elk vanuit zijn of haar eigen verantwoordelijkheid maar ook veelal zonder verplichting of verantwoording.

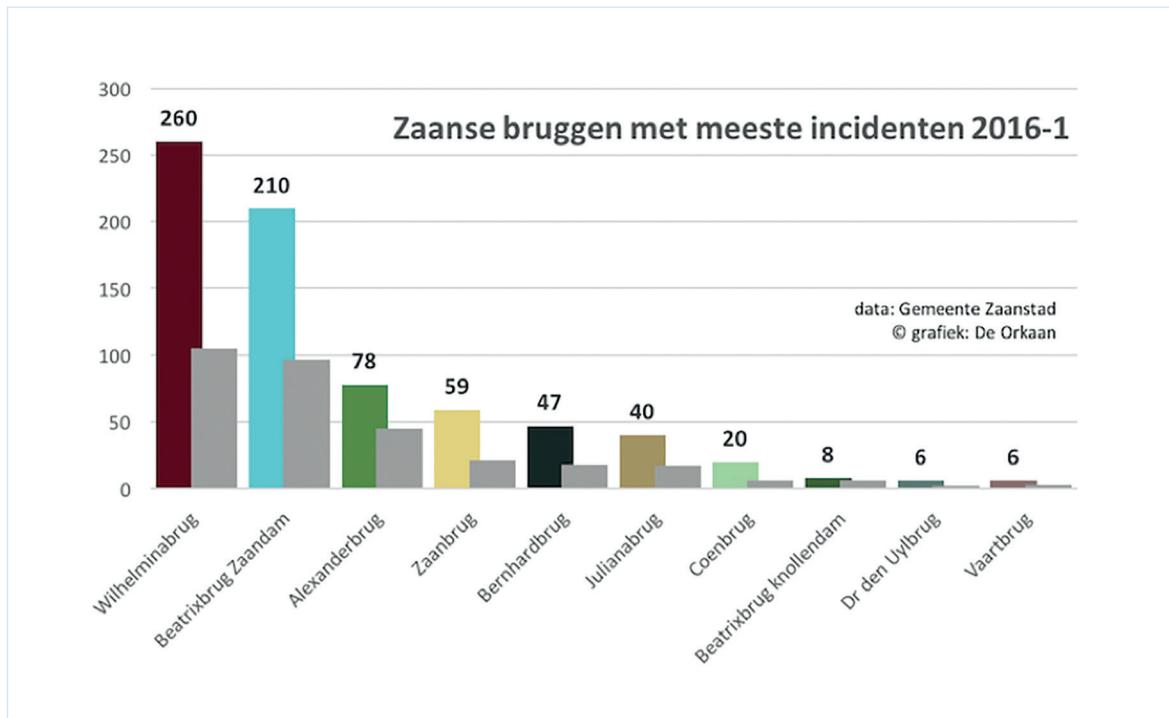


Figuur 13: STAMP-analyse.

44 STAMP: Systems Theoretic Accident Model and Processes.

BIJLAGE E

REGISTRATIE INCIDENTEN 2016



Figuur 14: Geregistreerde incidenten in een week in 2016 op de bruggen in Zaandam, na het ongeval op de Den Uylbrug. In grijs het aantal brugopeningen in de registratieweek en in kleur het aantal geregistreerde overtredingen. Zo waren er op de Wilhelminabrug 100 brugopeningen, waarbij 260 waargenomen overtredingen.

BIJLAGE F

SPIEGEL CAMERA OPSTELLING

Met de *Landelijke Brug- en Sluisstandaard* als referentiekader is in het onderzoek naar de cameraopstelling op de Bernhardbrug gekeken met als doel te toetsen of de opstelling voldoet aan de deze standaard. Uiteraard is ook gekeken of als de camera opstelling had voldaan aan de Standaard een extra barrière aanwezig was die het mogelijk maakte om een fout te kunnen herstellen.

Beschrijving zicht schutsluis en beweegbare brug (functionele deel) Onderdeel brug en Sluisstandaard				
versie 3.1 31 maart 2015				
6. Functionele zichtteisen beweegbare brug – landverkeer (RWS)				
		Eis	Toelichting	Toetsing standaard door OvV aan situatie Prins Bernhardbrug
6.1 Witte kruisvlak	6.1.1 Schouwen ten behoeve van sluiten afsluitbomen	6.1.1 Schouwen ten behoeve van sluiten afsluitbomen Voordat de Bedienaar de afrijbomen of de gecombineerde aanrij/afrijbomen laat dalen, dient hij te zien of de betreffende witte kruisvlakken vrij zijn van verkeer en personen.	Bij het op initiatief van de Bedienaar laten dalen van de afrijbomen of de gecombineerde aanrij/afrijbomen, dient de Bedienaar te kunnen zien dat de witte kruisvlakken vrij zijn van verkeer en personen. Ook het gebied tussen de witte kruisvlakken dient vrij te zijn (zie paragraaf 6.2). Pas daarna zal hij de afsluitbomen laten dalen.	Zichtbaar - maar op afstand. In duisternis moeizaam en ook door reflectie nat wegdek./koplampen. Afstand Landverkeer te groot om goed te kunnen schouwen.
	6.1.2 Monitoren sluitende afsluitbomen	De Bedienaar dient dalende afsluitbomen en de bijbehorende witte kruisvlakken te kunnen zien. Hij dient dit dan te doen om letsel en/of schade te voorkomen. In geval van incidenten dient de Bedienaar volgens het calamiteitenplan te	De Bedienaar dient dalende afsluitbomen en de bijbehorende witte kruisvlakken te kunnen zien. Hij dient dit dan te doen om letsel en/of schade te voorkomen. In geval van incidenten dient de Bedienaar volgens het calamiteitenplan te	

**Beschrijving zicht schutsluis en beweegbare brug (functionele deel) Onderdeel brug
en Sluisstandaard**

versie 3.1 31 maart 2015

6. Functionele zichtteisen beweegbare brug – landverkeer (RWS)

		Eis	Toelichting	Toetsing standaard door OvV aan situatie Prins Bernhardbrug
			<i>handelen.</i>	
6.1.3 Controleren gesloten afsluitbomen	De Bedienaar dient gesloten afsluitbomen en de bijbehorende witte kruisvlakken te kunnen zien om te kunnen controleren of zich geen incidenten hebben voorgedaan.	Nadat alle afsluitbomen gesloten zijn dient de Bedienaar dit middels zicht te kunnen controleren en beoordelen dat de bomen daadwerkelijk gesloten zijn, zodat de volgende stap in het Bedienproces kan worden begonnen. Daarnaast dient de Bedienaar te kunnen zien of er rondom de afsluitbomen geen bijzonderheden zijn. Het zou kunnen zijn dat, ondanks alle getroffen veiligheidsmaatregelen, een persoon of voertuig toch in aanraking met een afsluitboom is gekomen.	Zichtbaar, maar voor landverkeer te ver om goed te kunnen beoordelen.	
6.1.4 Monitoren tijdens openen van de brug	De Bedienaar dient tijdens het openen van de brug de gesloten afsluitbomen in de aanrijrichting te monitoren op eventuele incidenten.	Het openen van de brug gebeurt meestal kort nadat de afsluitbomen zijn gesloten. Ondanks alle veiligheidsmaatregelen kunnen de afsluitbomen tijdens het openen van de brug worden aangereden. Wanneer dit zich voordoet zal de Bedienaar het brugopeningsproces dienen kunnen stoppen. Het aanrijden van de afsluitbomen gebeurt in de praktijk regelmatig, bijvoorbeeld in situaties wanneer de zon laag	Kan niet beoordeeld worden in de aanrijrichting. Waarneming tegengesteld	

**Beschrijving zicht schutsluis en beweegbare brug (functionele deel) Onderdeel brug
en Sluisstandaard**

versie 3.1 31 maart 2015

6. Functionele zichtteisen beweegbare brug – landverkeer (RWS)

		Eis	Toelichting	Toetsing standaard door OvV aan situatie Prins Bernhardbrug
			<i>staat in de rijrichting.</i>	
	6.1.5 Schouwen ten behoeve van sluiten brug	Alvorens de brug te sluiten dient de Bedienaar de gesloten afsluitbomen te schouwen.	Voordat de brug gesloten wordt, dient de Bedienaar zich ervan te vergewissen dat er zich geen personen bij de afsluitbomen bevinden, omdat, nadat de brug gesloten is, het landverkeer automatisch wordt vrijgegeven.	Kan beoordeeld worden, maar presentatie langzaam verkeer is tegengesteld.
	6.1.6 Monitoren omhoog-gaande afsluitbomen	De Bedienaar dient omhooggaande afsluitbomen te allen tijde kunnen zien.	Deze eis is hetzelfde als bij sluitende afsluitbomen (zie paragraaf 6.1.2).	Kan beoordeeld worden, maar presentatie langzaam verkeer is tegengesteld.
6.2 Gebied tussen witte kruisvlakken	6.2.1 Schouwen ten behoeve van initiëren stoppen landverkeer	Voordat de processtap van het landverkeer stoppen wordt geïnitieerd, dient de Bedienaar te kunnen zien of de file stilstaat of dat er nog beweging in zit. Bij een stilstaande heeft het initiëren van het Bedienproces geen zin.	In geval dat er een file op de brug tussen de witte kruisvlakken staat, dient de Bedienaar te kunnen zien of de file stilstaat of dat er nog beweging in zit. Bij een stilstaande heeft het initiëren van het Bedienproces geen zin.	Zichtbaar - maar op afstand. In de duisternis moeizaam door reflectie nat wegdek./ koplampen. Landverkeer vanuit westen omhoogkomend en wordt vanaf de Westzijde plots de brug opgeleid.
	6.2.2 Schouwen ten behoeve van sluiten afsluitbomen	Alvorens afrijbomen te sluiten dient de Bedienaar het gebied tussen de witte kruisvlakken te schouwen. Er mogen zich geen personen en voertuigen	Bij het op initiatief van de Bedienaar laten dalen van de afrijbomen of de gecombineerde aanrij/afrijbomen, dient de Bedienaar te kunnen zien dat het gebied tussen de witte kruisvlakken (inclusief kruisvlakken) vrij is van	Kan niet beoordeeld worden in de aanrijrichting. Waarneming tegengesteld

**Beschrijving zicht schutsluis en beweegbare brug (functionele deel) Onderdeel brug
en Sluisstandaard**

versie 3.1 31 maart 2015

6. Functionele zichtteisen beweegbare brug – landverkeer (RWS)

		Eis	Toelichting	Toetsing standaard door OvV aan situatie Prins Bernhardbrug
		bevinden.	verkeer en personen. Pas daarna zal hij de afsluitbomen laten dalen.	
	6.2.3 Schouwen ten behoeve van openen brug	Alvorens de brug te openen dient de Bedienaar het gebied tussen de witte kruisvlakken te schouwen (inclusief het gebied van de witte kruisvakken). Er mogen zich geen personen en voertuigen bevinden. Tevens mogen er geen losse voorwerpen op het brugdek liggen.	Alvorens de brug te openen dient de Bedienaar zich ervan te vergewissen dat er geen voertuigen en geen personen zich tussen de witte kruisvlakken bevinden (inclusief het gebied van de witte kruisvakken). Daarnaast dient hij zeker te stellen dat er geen voorwerpen, zoals afgevallen lading, op het brugdek liggen. Over het algemeen zal de Bedienaar het schouwen van de brug reeds aanvangen tijdens de eindfase van het landverkeer stoppen, zodat het totale brugopeningsproces snel kan verlopen.	Kan niet beoordeeld worden in de aanrijrichting. Waarneming tegengesteld
	6.2.4 Monitoren opengaande brug	De Bedienaar dient het opengaande brugdek te kunnen zien.	De beginfase van het openen van het brugdek is de meest kritische fase. Hoewel de Bedienaar niet verantwoordelijk is voor het gedrag weggebruikers – kwajongens kunnen bijvoorbeeld op het laatste moment op de opengaande brug springen – dient de Bedienaar wel in te grijpen indien de	Kan niet beoordeeld worden. Direct na openen van de brugval valt overzicht weg doordat de cameraopstelling te dicht op de val is geplaatst. Brugbedienaar heeft geen overzicht wat zich voor of op

**Beschrijving zicht schutsluis en beweegbare brug (functionele deel) Onderdeel brug
en Sluisstandaard**

versie 3.1 31 maart 2015

6. Functionele zichtteisen beweegbare brug – landverkeer (RWS)

		Eis	Toelichting	Toetsing standaard door OvV aan situatie Prins Bernhardbrug
			<p>opengaande brug gevaar voor deze mensen oplevert. Het eerste deel van de brugopening dient goed gevuld te kunnen worden.</p> <p>Daarnaast dient de Bedienaar, nadat de brug volledig geopend is, het doorvaartgebied te kunnen blijven zien conform paragraaf 5.3.1.</p>	<p>de val afspeelt direct na start openen.</p> <p>Scheepvaart verkeer op afstand waarneembaar. Bij passage goed waarneembaar in hoofddoorvaart.</p>
	6.2.5 Schouwen ten behoeve van sluiten brug	<p>Alvorens de brug te sluiten dient de Bedienaar het doorvaartgebied te schouwen. Er mogen zich geen schepen in het doorvaartgebied bevinden. Tevens mogen zich geen personen tussen de witte kruisvlakken bevinden.</p>	<p>Alvorens de brug te sluiten dient de Bedienaar zich ervan te vergewissen dat er geen schepen zich onder de brug bevinden, dan wel kort daarvoor in de aanvaarrichting. Het doorvaartgebied dient goed zichtbaar te zijn. Voorts dient de Bedienaar zich ervan te vergewissen dat er geen personen tussen de witte kruisvlakken bevinden, waarbij gevaar bestaat voor bekneling van personen tussen bewegende brugdelen.</p>	<p>Scheepvaart verkeer waarneembaar.</p> <p>Kan niet beoordeeld worden. Geen zicht op brugval of op gebied voor de brugval aan de westkant.</p> <p>Tegengesteld zicht onder de val op de dag mogelijk, in de avond verblinding door koplampen.</p>
	6.2.6 Monitoren sluitende brug	<p>De Bedienaar dient het zich sluitende brugdek te kunnen zien.</p>	<p>Tijdens het sluiten van de brug dient de Bedienaar de directe omgeving van het sluitende brugdek te kunnen zien, bij de</p>	<p>Zichtbaar in de laatste fase - maar op afstand. In de duisternis moeizaam.</p>

**Beschrijving zicht schutsluis en beweegbare brug (functionele deel) Onderdeel brug
en Sluisstandaard**

versie 3.1 31 maart 2015

6. Functionele zichtteisen beweegbare brug – landverkeer (RWS)

		Eis	<i>Toelichting</i>	Toetsing standaard door OvV aan situatie Prins Bernhardbrug
			oplegging, om eventueel naderend gevaar waar te nemen. Bijvoorbeeld personen die te dicht in de nabijheid van het sluitend brugdek komen. Tijdens het sluiten van de brug dient de Bedienaar met name de eindfase goed kunnen monitoren op eventuele personen in de buurt van het sluitend brugdek.	



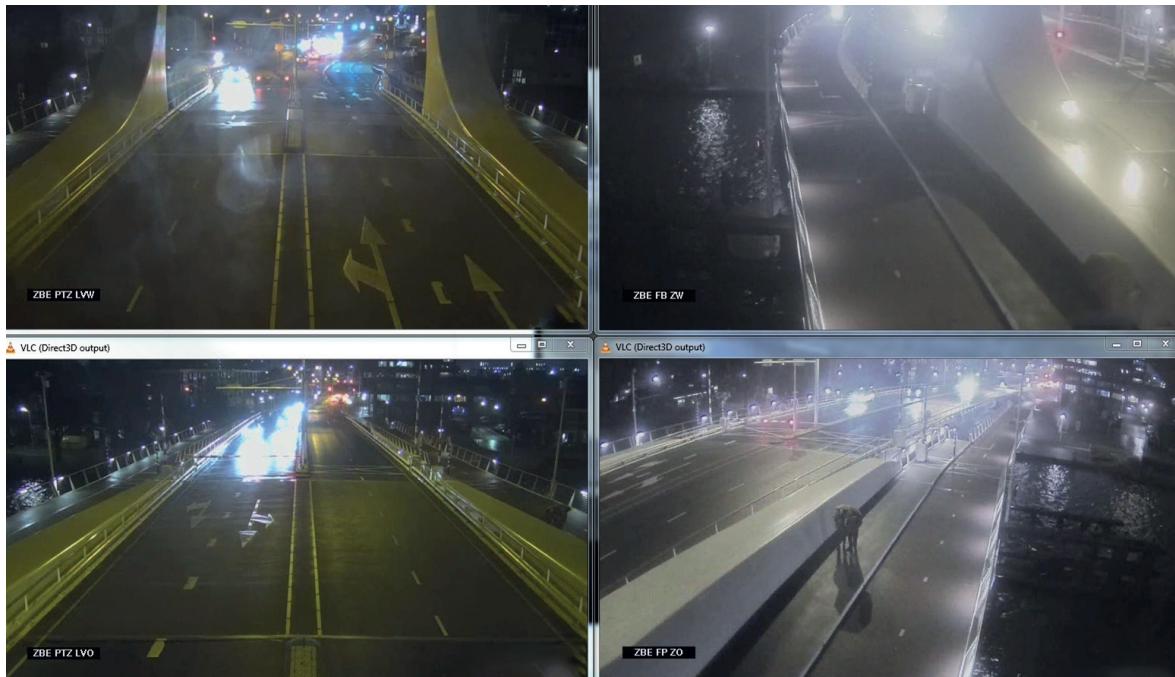
Opstellocaties camera's Prins Bernhard Brug Zaandam – afkortingen

6. Functionele zichtseisen beweegbare brug – landverkeer (RWS)

SN	Scheepvaart kijkend richting Noord
SV	Scheepvaart kijkend richting Zuid
NO	Langzaam verkeer kijkend richting Noord-Oost
NW	Langzaam verkeer kijkend richting Noord-West
LvO	Land verkeer kijkend richting Oost
LvW	Land verkeer kijkend richting West
ZW	Langzaam verkeer zuid kijkend richting West
ZO	Langzaam verkeer zuid kijkend richting Oost
LvOo	Land verkeer kijkend richting Oost rotonde (niet opgenomen)



Scheepvaart kijkend richting Zuid	Langzaam verkeer kijkend richting Noord-Oost
Scheepvaart kijkend richting Noord	Langzaam verkeer kijkend richting Noord-West



Land verkeer kijkend richting Oost	Langzaam verkeer zuid kijkend richting West
Land verkeer kijkend richting West	Langzaam verkeer zuid kijkend richting Oost



ONDERZOEKSRAAD
VOOR VEILIGHEID

Bezoekadres
Lange Voorhout 9
2514 EA Den Haag
T 070 333 70 00
F 070 333 70 77

Postadres
Postbus 95404
2509 CK Den Haag

www.onderzoeksraad.nl