



ONDERZOEKRAAD
VOOR VEILIGHEID

Ongeval Den Uylbrug, Zaandam

Meer dan de som der delen



Ongeval Den Uylbrug, Zaandam

Meer dan de som der delen

Den Haag, januari 2016

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.

Alle rapporten zijn beschikbaar via de website van de Onderzoeksraad www.onderzoeksraad.nl.

Coverfoto: ANP Foto/Fotobureau Dijkstra

Infographics: Joris Fiselier

De Onderzoeksraad voor Veiligheid

Als zich een ongeval of ramp voordoet, 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: mr. T.H.J. Joustra
prof. mr. dr. E.R. Muller
prof. dr. ir. M.B.A. van Asselt

Algemeen secretaris: mr. M. Visser

Bezoekadres: Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag

Postadres: Postbus 95404
2509 CK Den Haag

Telefoon: +31 (0)70 333 7000

Telefax: +31 (0)70 333 7077

Internet: www.onderzoeksraad.nl

Beschouwing	5
Aanbevelingen	9
Begrippenlijst	11
1 Inleiding	15
1.1 Aanleiding	15
1.2 Waarom een onderzoek door de Onderzoeksraad?.....	15
1.3 Onderzoeksvraag	16
1.4 Referentiekader	16
1.5 Aanpak onderzoek	17
2 Toedracht	20
2.1 Dr. J.M. Den Uylbrug.....	20
2.2 De omstandigheden op 6 februari 2015	21
2.3 Het ongeval	21
3 Analyse	26
3.1 De seinen waren niet effectief.....	26
3.2 De bruginrichting zorgde voor verwarring bij de fietser.....	28
3.3 Het bediensysteem voorkwam niet dat brugval met fietser geopend werd	31
3.4 Risicobeheersing van het systeem van brugbediening.....	34
4 Conclusies	43
5 Aanbevelingen	45
Bijlage A. Onderzoeksverantwoording	48
Bijlage B. Kaart met overzicht van de Zaanse bruggen	51
Bijlage C. Het bedienproces	52
Bijlage D. Het bediensysteem.....	53
Bijlage E. Het camerasysteem	56
Bijlage F. Brugbeheer door de gemeente Zaanstad	60
Bijlage G. Akoestische signalering op de fietsbrug van de Den Uylbrug.....	61

Op 6 februari 2015 overleed op de dr. J.M. Den Uylbrug in Zaandam een vrouw die met haar fiets op de brug stond terwijl deze werd geopend. De brugwachter, die op afstand de brug bediende, gaf het commando om de brug te openen terwijl de vrouw op het beweegbare deel van de brug stond. Toen de brug omhoog ging, maakte de vrouw een dodelijke val.

Na het ongeval bleek al snel dat er geen sprake was van technisch falen van de Den Uylbrug, en bleek nergens uit dat de fietser bewust risico's had genomen. Sterker: de direct betrokken personen dachten waarschijnlijk dat ze veilig handelden. Dit maakt het des te urgenter na te gaan hoe zij in deze veronderstelling konden verkeren. Daartoe heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid het systeem van brugbediening onderzocht. Dit systeem omvat niet alleen de technische middelen om de brug te openen en te sluiten maar ook de interacties met de brugbedienaar, verkeersdeelnemers en de omgeving. Juist deze interacties bepalen in belangrijke mate de veiligheid van de brugbediening op afstand. Onderzocht is hoe de gemeente Zaanstad aan haar zorg voor de veiligheid van brugbediening invulling gaf.

Conclusies onderzoek

De gemeente Zaanstad heeft een te eenzijdige invulling gegeven aan haar zorg voor een veilige brugbediening door deze primair te benaderen als een technisch probleem. De gemeente zag de veiligheid van brugbediening als de som van componenten die resulteren uit het volgen van de vigerende normen en richtlijnen. De samenhang en interacties tussen techniek, mens, en omgeving liet de gemeente buiten beschouwing, terwijl deze de mate van veiligheid van de brugbediening in belangrijke mate bepalen. Uit het onderzoek blijkt dat de inrichting van de Den Uylbrug vanuit het oogpunt van de weggebruiker en de uitvoering van het bedienproces, het camerasysteem en de werkomstandigheden van de bedienaar allemaal ruimte bieden voor verbetering.

Door deze eenzijdige focus op technische oplossingen werd veiligheid - waarvoor de gemeente Zaanstad als brugbeheerder¹ verantwoordelijk was - het probleem van de brugbedienaar. De gemeente bood de brugbedienaars te weinig handvatten om risicovolle 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 - gegeven de omstandigheden op zijn werkplek en op de brug - in staat is om een dergelijke beslissing goed te maken.

¹ Een brugbeheerder draagt o.a. zorg voor een veilig gebruik en instandhouding van de brug. Brugbeheerders zijn doorgaans: Rijkswaterstaat, waterschappen, provincies en gemeenten.

De factoren die een rol speelden, zijn niet uniek voor de Zaanse casus. Het is dan ook van belang dat behalve de gemeente Zaanstad ook andere brugbeheerders in Nederland nagaan in hoeverre zij lessen kunnen trekken op basis van dit rapport.

Veiligheidsrisico's beweegbare bruggen

In het waterrijke Nederland vormen bruggen een onmisbare schakel in het wegennet. Veel bruggen moeten bovendien open kunnen opdat ze de scheepvaart niet belemmeren. Het precieze aantal is onbekend, maar naar schatting telt Nederland bijna duizend beweegbare bruggen. De laatste decennia is een ontwikkeling zichtbaar waarbij steeds meer van deze bruggen op afstand worden bediend vanuit een centrale plek. Met deze centralisering van de brugbediening wordt doorgaans een betere afstemming tussen het openen en sluiten van de bruggen beoogd en daarmee een vlottere doorvaart. Ook spelen kostenbesparingen een rol: waar een brugwachter voorheen alleen zijn brug bediende, is hij nu als 'operator' in een centrale bedienpost verantwoordelijk voor meer bruggen. Dit betekent dat per saldo minder personeel nodig is.

Elke brugopening en -sluiting betekent een verstoring van het wegverkeer - auto's, fietsers, voetgangers - of de scheepvaart: als de ene verkeersstroom doorgaat, is de andere gestremd. Een beweegbare brug brengt dus per definitie veiligheidsrisico's met zich mee die een vaste brug niet kent. Een brugbeheerder, zoals in het onderzochte geval de gemeente Zaanstad, is verantwoordelijk voor de veiligheid op en rond de brug en dient de risico's in kaart te brengen en passende maatregelen te treffen om deze risico's zo veel mogelijk weg te nemen.

Langzaam wegverkeer onderbelicht

Het onderzoek van de Onderzoeksraad toont aan dat de Den Uylbrug specifieke kenmerken heeft die bij fietsers en voetgangers kunnen zorgen voor verwarring, bijvoorbeeld over de precieze plaats op de brug waar men zich bevindt. Deze verwarring kan gedrag uitlokken dat de weggebruiker in een gevaarlijke situatie plaatst zonder dat deze zich daarvan bewust is. De veiligheidsrisico's die hieruit volgen, duiden op een probleem dat breder speelt. Voor andere bruggen, binnen de gemeente Zaanstad en daarbuiten, is het evenmin standaard praktijk dat brugspecifieke veiligheidsrisico's worden onderzocht vanuit het perspectief van de langzame weggebruiker.

Ook in de regelgeving is de veiligheid van fietsers en voetgangers onderbelicht. Normen voor brugontwerp en richtlijnen van Rijkswaterstaat stellen eisen aan beweegbare bruggen in het algemeen, maar maken geen onderscheid tussen de verschillende soorten weggebruikers. Specifieke eisen of richtlijnen voor fietsbruggen of voor het veilig stoppen van fiets- en ander langzaam verkeer zijn in deze regelgeving niet terug te vinden.

Betere ondersteuning brugbedienaar

In het proces van brugbediening op afstand is de positie van de brugbedienaar cruciaal. Hij bepaalt immers wanneer een brug veilig geopend en gesloten kan worden. Zonder dat hij fysiek aanwezig is bij de brug, moet hij er zeker van zijn dat de brug vrij is van personen en objecten voordat hij de brug opent. Daarbij is hij afhankelijk van technische hulpmiddelen en wordt hij beïnvloed door de context waarin hij zijn werk uitvoert. Daarnaast is de brugbedienaar voor meer bruggen verantwoordelijk en is de verkeersdruk in de loop van de jaren fors toegenomen. Deze ontwikkelingen hebben zijn taak

verzwaard; een taakverzwaring die niet altijd gepaard is gegaan met de daarbij passende ondersteuning en begeleiding.

De Onderzoeksraad acht het van belang dat brugbedienaars beter worden ondersteund. Zij dienen getraind te worden in de verschillende scenario's die zich kunnen voordoen. Zij moeten situaties snel kunnen inschatten en per geval weten hoe te handelen. Het is de verantwoordelijkheid van de brugbeheerder om de scenario's uit te werken, de bedienaars hierin te trainen en alert te zijn op nieuwe risico's die aanleiding kunnen geven tot nieuwe scenario's. In Zaanstad was bijvoorbeeld niet goed nagedacht over de zogeheten mens-machine interactie van het ontwerp van het camerasysteem. Door brugbedienaars (via simulatie) op scenario's te trainen, kan ook de kwaliteit van de mens-machine interactie gemeten en verbeterd worden.

Systeembenadering veiligheid

De verantwoordelijkheid voor de veiligheid van bruggen ligt bij de brugbeheerder. Een brugbeheerder dient er niet alleen voor te zorgen dat de brug technisch in orde is en dat deze in goede staat van onderhoud blijft. De beheerder moet zich ook realiseren dat, door de bediening op afstand te plaatsen, een technisch veilige brug onderdeel wordt van een complexer systeem met interacties tussen mensen, techniek en de omgeving. Hierin is de wisselwerking tussen diverse componenten van de brug, in relatie tot de diverse gebruikers en hun omgeving van invloed op de veiligheid. Een dergelijk complex systeem vraagt om een integrale benadering om de veiligheid van bruggen te beoordelen. Concreet gaat het dan bijvoorbeeld om de inrichting van de brug, waaronder de belijning van het brugdek; de zichtbaarheid van seinen; de tijdspanne tussen waarschuwing (licht- en/of geluidssignalen) en sluiting van de slagbomen; de weergave van de camerabeelden op de beeldschermen van de bedienaars; het gedrag van verkeersdeelnemers en de mogelijkheden die zij hebben om de brugbedienaar te waarschuwen in een noodsituatie.

Een brugbeheerder dient ervoor te zorgen dat hij niet te zeer afhankelijk is van de deskundigheid van externe partijen. Een brugbeheerder als opdrachtgever moet zelf de kaders stellen voor een borging van de integrale veiligheid en een minimum kennisniveau in huis hebben om als volwaardig gesprekspartner te functioneren. Dat opdrachtgevers (te) afhankelijk zijn van de deskundigheid van externe partijen is overigens een fenomeen dat zich niet beperkt tot de gemeente Zaanstad.

De Onderzoeksraad acht het van groot belang dat de regelgeving handvatten biedt voor brugbeheerders om hun verantwoordelijkheid voor integrale veiligheid vorm te geven.

Tot slot

Landelijk bestaat een tendens van verdere schaalvergroting in het bedienen van bruggen op afstand. Deze ontwikkeling is ingegeven door een streven naar efficiëntie, waarvoor een technische oplossing wordt gezocht. De Raad plaatst kanttekeningen bij deze tendens omdat de veiligheid en het menselijke aspect - zowel van de bedienaars als van de weggebruikers - makkelijk uit het oog kan worden verloren. De vraag dient zich dan ook aan waar de grens ligt; niet van wat technisch mogelijk is maar van wat menselijk nog hanteerbaar is. Bediening blijft immers mensenwerk. In Noord-Holland bestaan concrete

plannen om tachtig sluizen en bruggen (waaronder de Zaanse) vanuit een locatie op afstand te bedienen. Met dit project van verdere centralisering en schaalvergroting wordt een complex systeem in het leven geroepen. Het biedt een uitgelezen mogelijkheid om de lessen uit dit rapport ter harte te nemen ten aanzien van een integrale veiligheidsbenadering, betere ondersteuning van de brugbedienaars en expliciete aandacht voor de veiligheidsrisico's van het langzaam wegverkeer.

AANBEVELINGEN

Landelijk bestaat een ontwikkeling om steeds meer bruggen en sluizen op afstand te bedienen. De steeds verdergaande centralisering en schaalvergroting zijn gedreven door efficiencywinst en kostenbesparing en krijgen hun beslag in technische oplossingen. Schaalvergroting leidt tot nog complexere systemen met soms onvermoede risico's. De Raad acht het dan ook van groot belang dat de technische invalshoek wordt verbreed tot een integrale veiligheidsbenadering, met oog voor de complexe interacties tussen mensen, de techniek en de omgeving. Uiteindelijk gaat het erom dat mensen in hun dagelijkse routine - als brugbediener en als verkeersdeelnemer - zich veilig weten en risico's op juiste wijze kunnen inschatten. Het is aan brugbeheerders om een integrale veiligheidsbenadering toe te passen waar 'mens en machine' samenkomen en kaders te stellen voor de borging ervan.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid komt in dit kader tot de volgende aanbevelingen.

Aan de minister van Infrastructuur en Milieu:

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.*

De normen en richtlijnen ten aanzien van ontwerp, gebruik en inpassing van bruggen moeten brugbeheerders stimuleren om een integrale beoordeling te maken van de veiligheid vanuit het perspectief van de brugbedieners, het (langzaam en snel) wegverkeer en de scheepvaart.

Ook is het van belang om de feitelijke situatie van iedere brug apart in kaart te brengen en de toepasselijkheid van voorschriften hierop te bepalen. Momenteel gelden dezelfde normen en richtlijnen voor een kleine voetgangersbrug over een rustig vaarwater als voor een brug met vele rijbanen voor autoverkeer over een drukke vaarweg naast een spoorbrug. De omgang en beleving van de verschillende gebruikers (verschillende soorten weggebruikers, scheepvaartverkeer en brugbedieners) van deze bruggen verschilt in hoge mate. In normen en richtlijnen moet duidelijk gemaakt worden op welke situatie(s) deze van toepassing zijn en waarom.

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.*

De Onderzoeksraad constateert dat er nog weinig onderzoek is verricht naar de 'human factors' van de bediening op afstand van kunstwerken, in het bijzonder het zicht op afstand door middel van camera's. Mogelijk kan inspiratie worden opgedaan uit onderzoek in andere transportmodaliteiten zoals de luchtverkeersleiding of de treindienstleiding.

Aan de gemeente Zaanstad als brugbeheerder:

3. *Pas een integrale veiligheidsbenadering toe op de bediening van bruggen op afstand waarbij de interactie tussen mens, techniek en omgeving centraal staat.*

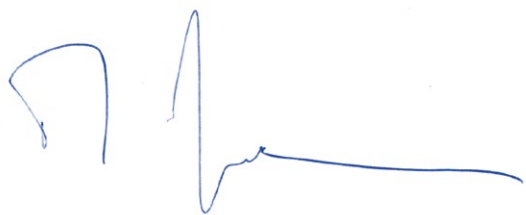
De interacties tussen mens, techniek en de omgeving bepalen in hoge mate de veiligheid van de bediening op afstand. Het is daarom van groot belang dat bij het ontwerp van een systeem van brugbediening op afstand, bij veranderingen in dit systeem en bij het dagelijkse beheer ervan, de veiligheidsrisico's in kaart worden gebracht die gepaard gaan met deze interacties. Vervolgens dienen voor de geïdentificeerde risico's maatregelen te worden getroffen. Daarbij is het essentieel dat de veiligheidssituatie van iedere brug vanuit het perspectief van de verschillende gebruikers wordt beschouwd. De Raad onderstreept het belang dat een dergelijke benadering niet een eenmalige exercitie is maar een continu proces, waarin incidenten worden gemonitord en eventuele nieuwe risico's worden geïdentificeerd.

Ook de situatie op de Den Uylbrug biedt nog ruimte voor verbetering wanneer de bediening vanuit het perspectief van de verschillende gebruikers wordt beschouwd.

4. *Breng potentieel gevaarlijke situaties in kaart in scenario's en train de brugbedienaars periodiek hoe zij daarin moeten handelen.*

Werk - samen met de brugbedienaars - risicovolle scenario's uit en leg vast hoe brugbedienaars in deze scenario's de risico's moeten beoordelen en wat zij vervolgens moeten doen. Gebruik deze scenario's om bedienaars te trainen en te ondersteunen in hun taak. Betrek in de scenario's niet alleen risico's die zich kunnen voordoen op of bij de brug, maar ook in de werkomgeving van de brugbedienaars zelf, in het bijzonder de mens-machine interactie. Actualiseer de scenario's op basis van praktijkervaringen.

De Onderzoeksraad acht het van belang dat ook andere brugbeheerders nagaan in hoeverre deze aanbevelingen aan de gemeente Zaanstad op hen van toepassing zijn.



mr. T.H.J. Joustra
Voorzitter van de Onderzoeksraad



mr. M. Visser
Algemeen secretaris

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 het brugval haaks op het wegdek. Aan een kant van dit scharnierpunt zit het 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 continue 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 Zaanse 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.

Fish-eye-camera

Camera met een *fish-eye*-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.² Waar een fietser die bewust een rood licht passeert meestal extra alert zal zijn op de risico's van de verkeerssituatie, 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.

Voorwaarschuwingssein (VWS)

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

² Door met Duurzaam Veilig - Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020, SWOV, 2005.

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding	15
1.2 Waarom een onderzoek door de Onderzoeksraad?.....	15
1.3 Onderzoeksvraag	16
1.4 Referentiekader	16
1.5 Aanpak onderzoek	17

1.1 Aanleiding

Op 6 februari 2015 fietste een 57-jarige vrouw naar het voor fietsers en voetgangers bestemde deel van de dr. J.M. Den Uylbrug in Zaanstad. Op het moment dat de vrouw het hellende fietspad van de brug opfietste, startte de brugbedienaar op afstand het proces van openen van de brug. De fietser reed voorbij het rode stoplicht, langs de nog geopende slagboom, het beweegbare brugdek op. Ze stapte vlak voor het einde van dit brugdek van haar fiets en wachtte op het sluiten van de tweede slagboom. Ze kwam zo tussen de gesloten slagbomen terecht die aan beide zijden van het beweegbare brugdeel stonden. Toen de brug vervolgens openging, ontstond binnen enkele seconden een sterk hellend vlak. De fietser bevond zich op het hoogste en snelst bewegende punt van het beweegbare brugdeel en ze greep zich vast aan de reling van het bewegende brugdeel. Uiteindelijk liet ze los en viel van ongeveer 15 meter hoogte naar beneden op het asfalt. Ze overleed ter plaatse.

1.2 Waarom een onderzoek door de Onderzoeksraad?

Beweegbare bruggen zijn onderdeel van de openbare ruimte en vormen een belangrijke schakel in het netwerk van spoor-, weg- en waterwegen in Nederland. Beweegbare bruggen in het wegen- en waternet brengen risico's met zich mee die vaste delen van de infrastructuur niet kennen, daar lopende verkeersprocessen worden onderbroken bij het openen en sluiten van de brug.

De Onderzoeksraad is van mening dat inwoners van Nederland zich beschermd mogen weten tegen gevaren waartegen zij zichzelf niet kunnen wapenen. Dit is ook het geval bij gebruik van verkeerswegen en de zogeheten kunstwerken die van die wegen onderdeel uitmaken. Weggebruikers mogen erop vertrouwen dat zij heelhuids op hun bestemming aankomen als zij zich gedragen zoals een verantwoord verkeersdeelnemer hoort te doen. In het geval van de Den Uylbrug in Zaanstad was dit vertrouwen mogelijk niet gerechtvaardigd.

Het ongeval in Zaanstad gebeurde op een op afstand bediende brug, waar een druk bevaren waterweg (de Zaan) en een intensief gebruikte ontsluitingsweg (de N516) elkaar kruisen. De brug wordt normaliter een aantal maal per dag op aanvraag van de scheepvaart geopend. Er zijn in Nederland vele bruggen met vergelijkbare kenmerken. Als aan het ongeval in Zaanstad structurele veiligheidstekorten ten grondslag liggen, kan onderzoek leiden tot veiligheidswinst voor heel Nederland.

Om deze redenen besloot de Onderzoeksraad voor Veiligheid op 10 februari 2015 het onderzoek te starten.

1.3 Onderzoeksvraag

Dat een fietser tijdens het openen van de Den Uylbrug tussen de slagbomen terechtkomt en daarbij een val met dodelijke afloop maakt, roept de vraag op in hoeverre de gemeente Zaanstad - als eigenaar en beheerder van de brug - de veiligheid van de gebruikers van de brug borgt. De bediening van veertien Zaanse bruggen is gecentraliseerd en het geheel van de bruggen en de brugbediening op afstand vormt een complex systeem. Het systeem vertoont eigenschappen die niet af te leiden zijn uit elk van de samenstellende technische delen. De eigenschappen worden bepaald door technische componenten en gebruikers die van elkaar afhankelijk zijn en op elkaar inwerken. De veiligheid van een dergelijk complex systeem kan niet op een eenvoudige manier worden vastgesteld. Hoe de eigenaar van een brug optimaal invulling kan geven aan de zorg voor de veiligheid van een dergelijk complex systeem is een belangrijke vraag. De Onderzoeksraad heeft daarom de volgende onderzoeksvraag geformuleerd:

Hoe geeft de gemeente Zaanstad invulling aan haar zorg voor de veiligheid van de brugbediening op afstand?

1.4 Referentiekader

Deze paragraaf beschrijft wat de Onderzoeksraad voor Veiligheid verstaat onder een veilige brugbediening en hoe de Raad aankijkt tegen de verantwoordelijkheid voor deze veiligheid.

Veiligheid van brugbediening

De veiligheid van de brugbediening wordt niet alleen bepaald door de technische middelen die de brugbediening mogelijk maken, maar ook door de interacties van de verschillende gebruikers van de brug³ met deze technische middelen. Deze interacties worden beïnvloed door de brugspecifieke inrichting omdat die mede bepaalt hoe gebruikers de brug waarnemen. De kenmerken van en de interacties tussen de verschillende technische componenten en de gebruikers bepalen de mate van veiligheid van het geheel. Veiligheidswinst wordt behaald door de risico's van dit geheel te overzien en hierop passende beheersmaatregelen te treffen.

Door de veiligheid van de brugbediening als systeemvraagstuk te benaderen, wordt de kans dat menselijk handelen tot onveilige situaties leidt zoveel als redelijkerwijs mogelijk gereduceerd. Het systeem van brugbediening wordt dan zo ingericht dat de risico's afdoende worden beheerst.

Een systeem is in de tijd aan veranderingen onderhevig. De brug en de bediening ervan worden gedurende hun levensduur, soms onafhankelijk van elkaar, ontworpen, onder-

³ De gebruikers van de brug zijn de brugbedienaars, (vaar)weggebruikers en andere personen die zich in, op of nabij de brug bevinden.

houden, gerenoveerd en aangepast aan nieuwe eisen en veranderde omstandigheden. De beheersbaarheid van risico's in een dergelijk dynamisch systeem veronderstelt dan ook een integrale veiligheidsbenadering gedurende de gehele levenscyclus van de brug. Dat betekent dat niet alleen tijdens de ontwerpfase, maar ook bij wijzigingen beoordeeld moet worden in hoeverre de integrale veiligheid en daarmee de veiligheid van de verschillende gebruikers van de brug in het geding komt.

De eigenaar als regisseur

De eigenaar van een brug⁴ is verantwoordelijk voor een zodanige inrichting van de brugbediening dat deze veilig kan worden gebruikt. Daarbij behoort de eigenaar de risico's van het gehele systeem te overzien en hierop passende beheersmaatregelen te treffen. Hij definieert vooraf wat een veilige brugbediening inhoudt en hanteert hierbij de bestaande kaders en richtlijnen. Tevens houdt hij rekening met locatie- of objectspecifieke aspecten zoals de afmetingen, het soort brug, het type verkeer en de verkeersintensiteit op de brug en van de scheepvaart.

Bij het ontwerpen, realiseren, bedienen, onderhouden en aanpassen van een beweegbare brug is doorgaans een verscheidenheid aan publieke en private partijen betrokken. De Onderzoeksraad hanteert als uitgangspunt dat de eigenaar van een brug eindverantwoordelijk is voor de integrale veiligheid ervan. De eigenaar kan zich laten adviseren en werkzaamheden uitbesteden aan derden, maar hij moet zich bewust blijven van zijn verantwoordelijkheden en beseffen dat van opdrachtnemers niet verwacht kan worden dat zij de risico's voor het hele systeem overzien als zij maar voor een enkel onderdeel of een deelaspect worden ingeschakeld. Het is dus aan de eigenaar als opdrachtgever om de samenhang tussen alle componenten te bewaken en regie te voeren over het systeem als geheel.

De Onderzoeksraad verwacht dan ook van de eigenaar dat hij zijn verantwoordelijkheid ten aanzien van veiligheid vastlegt en deze veiligheidsambitie vertaalt in een integrale veiligheidsaanpak. Deze dient als basis voor het maken van heldere en realistische afspraken en het communiceren van verwachtingen zowel intern in de organisatie als met externe partijen.

1.5 Aanpak onderzoek

Om lessen te kunnen trekken uit dit ongeval en toekomstige ongevallen te voorkomen, is het van belang om de eigenschappen van het systeem van brugbediening te kennen die van invloed zijn op de risicovolle handelingen die leidden tot het ongeval in Zaanstad. De Onderzoeksraad volgt daarom een systeembenadering om het ongeval te analyseren.⁵ Hierbij wordt het handelen van de bij het ongeval betrokken personen inzichtelijk gemaakt door de omstandigheden te onderzoeken die hun handelen beïnvloedden. De Onderzoeksraad onderzoekt vervolgens hoe de gemeente Zaanstad

⁴ In het geval van een openbare weg is de eigenaar van een brug doorgaans een overheid: gemeente, waterschap, provincie of rijksoverheid.

⁵ Dekker, S.W.A. (2002). *Reconstructing human contributions to accidents: the new view on error and performance*. Journal of Safety Research.

met de veiligheid van het systeem van brugbediening is omgegaan. De Raad richt zich hierbij op de vraag hoe de gemeente is omgegaan met de geïdentificeerde risicofactoren. Heeft de gemeente het systeem van brugbediening zo ingericht dat risico's voortvloeiend uit menselijk handelen afdoende worden beheerst? Omdat het huidige systeem van brugbediening het resultaat is van veranderingen die de Den Uylbrug gedurende zijn levensduur onderging, analyseert de Onderzoeksraad in dit onderzoek drie verschillende systeemwijzigingen die van invloed zijn geweest op de veiligheid van de bediening op afstand van de Den Uylbrug. Deze drie wijzigingen omvatten de overgang van lokaal naar op afstand bedienen van bruggen, een wijziging aan de op afstand bediende brug en het aanpassen van de techniek van bediening. Gezamenlijk geeft deze analyse een beeld van de wijze waarop de gemeente invulling gaf aan haar zorg voor de veiligheid van de brugbediening.

2 TOEDRACHT

2.1 Dr. J.M. Den Uylbrug.....	20
2.2 De omstandigheden op 6 februari 2015.....	21
2.3 Het ongeval	21

2.1 Dr. J.M. Den Uylbrug

De dr. J.M. Den Uylbrug, in dit rapport kortheidshalve *Den Uylbrug* genoemd, is een brug over de Zaan in Zaandam, gemeente Zaanstad. De gemeente Zaanstad is eigenaar van de Den Uylbrug en voert de bediening ervan in eigen beheer uit. De brug bestaat in feite uit twee bruggen: een brug voor langzaam verkeer, zoals fietsers en voetgangers, en een brug voor het snelle verkeer, zoals auto's en motoren. We noemen deze bruggen in het vervolg respectievelijk de fietsbrug en de autobrug. Beide bruggen worden als één geheel bediend. Dit gebeurt op afstand vanuit de zogeheten Centrale Post, die is ondergebracht bij het havenkantoor bij de Wilhelminasluis in Zaandam. De brugbedienaar is dus niet fysiek op de brug aanwezig en is afhankelijk van technische hulpmiddelen, zoals seinen, slagbomen, akoestische signalen en intercom, om met weggebruikers te communiceren. Voor het waarnemen van weggebruikers op de brug en van de vaarweg maakt de brugbedienaar gebruik van een camerasysteem.



Figuur 1: De dr. J.M. Den Uylbrug in Zaandam. (Foto: KLPD)

Dit hoofdstuk beschrijft het ongeval op de Den Uylbrug in Zaandam op 6 februari 2015 en het handelen in de tijd⁶ van de bij het ongeval overleden fietser en de brugbedienaar.

2.2 De omstandigheden op 6 februari 2015

Op 6 februari 2015 startte de brugbediening om zes uur 's ochtends. Twee brugbedienaars bemanden de Centrale Post van waaruit ze voor de gemeente in het winterseizoen negen bruggen bedienen (in de zomer worden er veertien bruggen op afstand bediend, zie bijlage B voor een overzicht). De brugbedienaars verdeelden aan het begin van de ochtend de bruggen onder elkaar zodat ze wisten naar welke hun aandacht uit moest gaan. Voor alle bruggen, met uitzondering van de spoorbrug die op vaste tijden wordt bediend, geldt dat schippers telefonisch of per marifoon een brugopening aanvragen bij de desbetreffende brugbedienaar op de Centrale Post.

Op de ochtend van het voorval waren er storingen op de Zaanbrug en de Prins Bernhardbrug. Monteurs gingen er aan het werk om deze te verhelpen. Deze monteurs hadden specifieke verzoeken aan de brugbedienaars en dit leidde tot extra telefoonverkeer en handelingen aan de kant van de brugbedienaars in de bedienruimte. Ook op de Den Uylbrug waren monteurs aanwezig. Delen van de autobrug moesten gesmeerd worden, wat betekende dat de brug een aantal malen geopend werd en daarbij in sommige gevallen tot een kwartier open stond. Dit had tot gevolg dat beide delen van de brug gelijktijdig geopend werden omdat de fietsbrug en autobrug bij bediening op afstand niet los van elkaar geopend kunnen worden.⁷

2.3 Het ongeval

Om 11:35:02 belde één van de onderhoudsmonteurs de Centrale Post met het verzoek de Den Uylbrug te openen. Op dat moment fietste een 57-jarige vrouw de fietsbrug op (zie figuur 2). Er stond die dag een matige tot vrij krachtige wind;⁸ de fietser had tegenwind en reed daardoor niet snel. Om 11:35:42 gaf de bedienaar het commando *Stop Landverkeer* zodat de gele voorwaarschuwingseinen begonnen te knipperen. Op dat moment was de fietser dit sein, geplaatst op ruim 100 meter afstand van de brug, net gepasseerd. Een halve minuut later gaf de bedienaar het commando *Overbrugging Verkeersregelininstallatie (VRI)*⁹ waarmee het proces van het sluiten van de slagbomen op de autobrug versneld in gang werd gezet.¹⁰

⁶ Hiervoor is gebruik gemaakt van de camerabeelden ten tijde van het incident en van diverse logbestanden o.a. van de technische installatie.

⁷ Bij lokale bediening op de brug zelf is het mogelijk om de gecombineerde bediening uit te schakelen en vervolgens slechts één van beide bruggen te openen.

⁸ www.knmi.nl/klimatologie/geografische/overzichten/archief.cgi.

⁹ Een verkeersregelininstallatie is een verzameling van losse elementen (zoals verkeerslichten) die nodig zijn om één of meerdere verkeersstromen te regelen middels het geven van signalen aan weggebruikers.

¹⁰ Als de brugbedienaar het commando *Overbrugging VRI* niet geeft, sluiten de slagbomen automatisch 40 seconden nadat de voorwaarschuwingseinen worden ingeschakeld. Dit commando verkort het proces dus met tien seconden.

Het landverkeerssein (rode verkeerslicht) naast de eerste slagboom en de rode knipperlichten op de slagboom ontstaken ongeveer vijftien seconden voordat de fietser deze slagboom passeerde. Terwijl de oprijbomen van de naastgelegen autobrug daalden, reed de fietser voorbij de eerste nog geopende slagboom van de fietsbrug het beweegbare brugdek op. De fietser passeerde daarmee het rode licht waarvoor ze geacht werd te stoppen.



Foto 1: Voorwaarschuwingssein.



Foto 2: Fietspad naar brug vanuit westen.



Foto 3: Begin brug westkant.



Foto 4: Eerste slagboom en landverkeerssein.



Foto 5: Tweede slagboom.

Figuur 2: Zicht op fietsbrug voor fietser uit westelijke richting. (Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

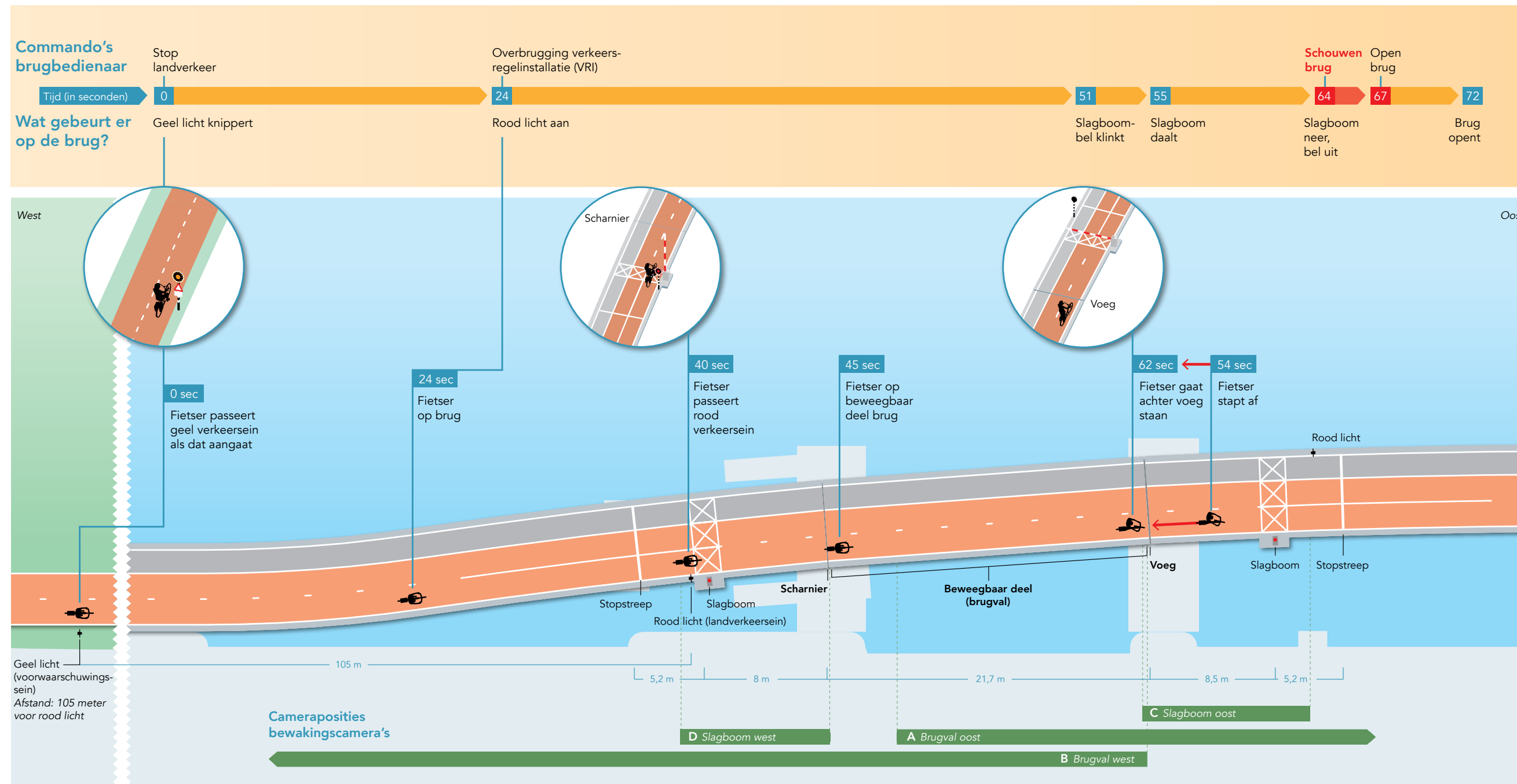
Op de camerabeelden in de Centrale Post was de fietser zichtbaar toen zij de eerste slagboom passeerde en het beweegbare brugdek opreed. Vervolgens sloten ook de afrijbomen van de naastgelegen autobrug. Gedurende de periode van sluiten van de slagbomen op de autobrug was op de camerabeelden van de fietsbrug te zien hoe de fietser over het beweegbare deel van de brug reed. Om 11:36:34 klonk de bel ter hoogte van de slagbomen. In plaats van door te fietsen en het beweegbare brugdeel te verlaten, minderde de fietser vaart en stapte om 11:36:36 af voor de tweede - nog open - slagboom. Om 11:36:37, zodra de slagbomen van de autobrug gesloten waren, sloten de slagbomen van de fietsbrug automatisch. Terwijl de bomen daalden, deed de fietser nog een paar passen terug zodat ze voor de voeg tussen het vaste en het bewegende brugdeel kwam te staan. Wellicht dat ze deze voeg als stopstreep zag.

De fietser stond op dat moment met haar fiets volledig op het beweegbare deel van de brug, precies op het deel dat het hoogste punt zou bereiken bij volledige opening van de brug. Op deze locatie was de fietser voor de brugbedienaar te zien op de beelden van de camera's die gericht waren op het beweegbare deel van de brug. Om 11:36:46 waren alle slagbomen gesloten. Drie seconden na het sluiten van de slagbomen gaf de bedienaar van de brug het commando om de Den Uylbrug te openen. De fietser stond toen nog steeds op het beweegbare deel van de brug.

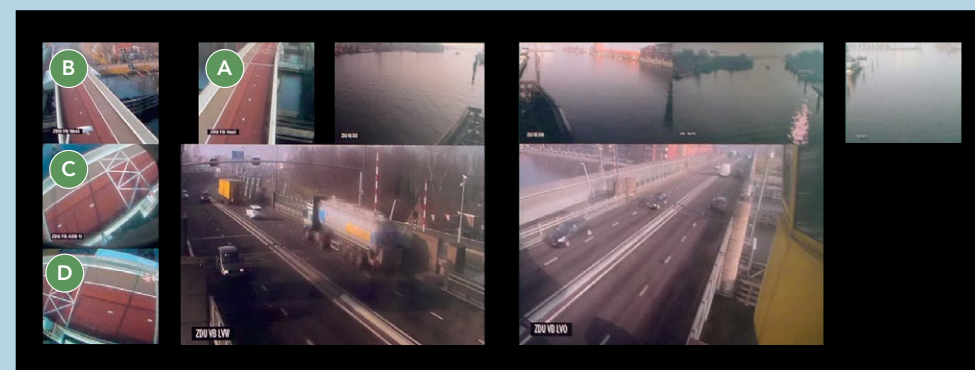
De auto- en de fietsbrug gingen omhoog. De fietser begaf zich in de richting van de reling van de brug om daar houvast te zoeken. Ze was voor de bedienaar nog even zichtbaar en verdween daarna van de camerabeelden. Automobilisten die wachtten voor de autobrug waren getuige van de penibele situatie waarin de fietser zich bevond, maar konden de brugbedienaar, die de brug op afstand bediende, niet waarschuwen. De brugbedienaar kon de fietser gedurende het verdere openen van de brug niet zien en stopte daarom het brugproces niet. Toen de brug bijna volledig geopend was, viel de fietser samen met haar fiets van ongeveer 15 meter hoogte. Na haar val op het scharnierpunt van de brug, was zij beperkt zichtbaar op het camerabeeld dat de ruimte tussen de eerste slagboom en het scharnierpunt van de brug toont. Kort na haar val waren op datzelfde camerabeeld omstanders te zien die onder de slagboom door waren gekropen om het slachtoffer te hulp te schieten (vanaf 11:38:27).

Om 11:40:50 verzocht een van de onderhoudsmonteurs, die zich niet bewust was van wat er op de brug was gebeurd, per telefoon aan de Centrale Post om het sluiten van de Den Uylbrug. De bedienaar gaf om 11:41:06, acht seconden na het telefoongesprek, het commando *Sluit brug, verkeer vrij* en even later begon de brug te dalen. Om 11:41:33 gaf de bedienaar alsnog het commando *Stop Brugproces* omdat hij personen waarnam op het camerabeeld van de fietsbrug.

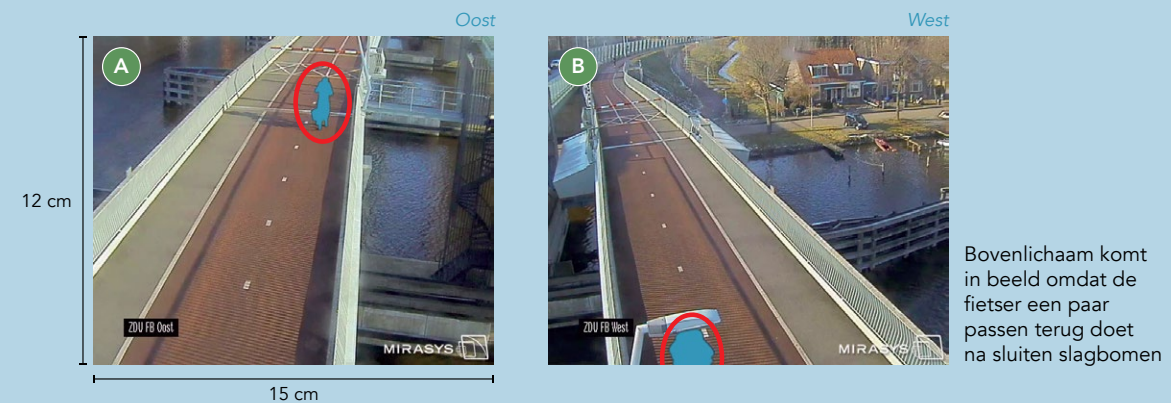
Tijlijn van het ongeval op de Den Uylbrug op 6 februari 2015



Overzicht camerabeelden op beeldschermen brugbedienaar



Twee camerabeelden waarop fietser zichtbaar is bij schouwen brug



3 ANALYSE

3.1 De seinen waren niet effectief.....	26
3.2 De bruginrichting zorgde voor verwarring bij de fietser.....	28
3.3 Het bediensysteem voorkwam niet dat brugval met fietser geopend werd	31
3.4 Risicobeheersing van het systeem van brugbediening.....	34

In de beschrijving van de toedracht van het onderzochte ongeval zijn drie handelingen van de fietser en de brugbedienaar beschreven die bijdroegen aan het ontstaan van het ongeval:

1. De fietser fietste voorbij de eerste slagboom terwijl de rode lichten knipperden.
2. De fietser stond stil op het beweegbare brugdeel voor de tweede slagboom.
3. De brugbedienaar opende de brug terwijl de fietser zich tussen de slagbomen bevond.

Het systeem van brugbediening heeft deze drie opeenvolgende risicovolle handelingen van gebruikers van de brug niet voorkomen. De vraag rijst in hoeverre het systeem zo was ingericht dat risico's voortvloeiend uit onveilig menselijk handelen, afdoende werden beheerst. Vanuit dit perspectief beschrijft de Raad elk van deze handelingen in relatie tot de inrichting van de brug en de technische middelen die brugbediening mogelijk maken (par. 3.1 t/m 3.3). Omdat het huidige systeem van brugbediening het resultaat is van veranderingen die de Den Uylbrug door de jaren heen onderging, analyseert de Raad vervolgens drie belangrijke veranderingen die hierop van invloed waren. Deze analyse laat zien hoe de gemeente Zaanstad, als eigenaar van de brug, het systeem van brugbediening inrichtte vanuit de invalshoek van het veilig gebruik van de brug (par. 3.4).

3.1 De seinen waren niet effectief

Fietsers worden gewaarschuwd voor een op handen zijnde opening van het voor langzaam verkeer bedoelde deel van de Den Uylbrug door middel van het ontsteken van seinen: als eerste het voorwaarschuwingssein, een geel knipperlicht op ruim 100 meter afstand van de brug en vervolgens het landverkeerssein, een rood knipperlicht vlak voor de eerste slagboom.

Een knipperend voorwaarschuwingssein is bedoeld om de weggebruiker te attenderen op een aanstaande brugopening. Als het voorwaarschuwingssein gepasseerd wordt en het knippert niet, dan heeft een (gemiddelde) verkeersdeelnemer tijd genoeg om de brug te verlaten voordat deze wordt geopend. Bij het voorval gaf de brugbedienaar het commando *Overbrugging VRI* waardoor deze ontruimingstijd werd ingekort en dus het risico dat een langzame verkeersdeelnemer tussen gesloten slagbomen terechtkomt, werd verhoogd. Het commando is namelijk bedoeld om het bedienproces te versnellen. Een brugbedienaar geeft dit commando niet naar aanleiding van de waargenomen situatie op de fietsbrug, maar nadat hij heeft vastgesteld dat het autoverkeer tot stilstand is gekomen en de bomen van de autobrug dus veilig kunnen dalen. Zodra de slagbomen van de autobrug gesloten zijn, sluiten de slagbomen van de fietsbrug automatisch.

Bij een knipperend landverkeerssein wordt de weggebruiker, in dit geval de fietser, geacht ter plekke te stoppen. Verschillende factoren beïnvloeden de effectiviteit van de gebruikte seinen: verkeersdeelnemers moeten de aanwezigheid van de seinen detecteren en waarnemen dat deze ontstoken zijn (waarneembaarheid), begrijpen wat de betekenis van het sein is (begrijpelijkheid), en vervolgens hier adequaat op reageren door te stoppen (uitvoerbaarheid taak).¹¹ De communicatie door middel van een sein over een op handen zijnde brugopening kan op elk van de drie punten falen.

De seinen zijn voorzien van een schild dat de waarneembaarheid in geval van lichtinval van bovenaf verbetert en ze waren op de dag van het ongeval technisch in orde.¹² Er was ook geen sprake van omstandigheden die de waarneembaarheid van de seinen significant kunnen beperken. Toch lijkt het er op dat de fietser op de Den Uylbrug het landverkeerssein niet heeft gezien.¹³ Ze reed bovendien tegen een helling op, met tegenwind, waarbij de concentratie wellicht meer gericht was op het vooruitkomen op de brug en het wegdek voor haar. Het lijkt er niet op dat de fietser de intentie had om het rode knipperlicht te negeren: ze stopte immers wel voor de tweede slagboom (slagboom oost). Het is aannemelijk dat de fietser het rood knipperende landverkeerssein bij de eerste slagboom (slagboom west) in het geheel niet heeft opgemerkt. Op de fietsbrug van de Den Uylbrug klinkt een slagboombel bij het dalen van de slagbomen, maar er klinkt geen bel bij het ontsteken van de landverkeersseinen, terwijl dit op veel andere bruggen wel het geval is.¹⁴ Een akoestisch signaal in combinatie met het ontstoken knipperlicht had de attentiewaarde van het sein vergroot.



Figuur 3: Eerste slagboom (West) - foto links en tweede slagboom (Oost) - foto rechts. (Foto's: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

- 11 De drie factoren waarneembaarheid, begrijpelijkheid en uitvoerbaarheid worden veelvuldig gebruikt in de verkeerspsychologie. Zie: *Designing Safe Road Systems - A Human Factors Perspective*, Jan Theeuwes, Vrije Universiteit Amsterdam; Richard van der Horst, Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO); Maria Kuiken, DHV, The Netherlands.
- 12 Op de Centrale Post kunnen de bedienaars zien of de seinen werken. Het bedieningsysteem is uitgerust met sensoren om de werking van de seinen te controleren. Op die dag is geen falen gesignaleerd door deze zogeheten lampbewaking en na het incident heeft politieonderzoek op de brug vastgesteld dat de seinen goed functioneerden.
- 13 Voor het detecteren van wegsignalering in algemene zin is het vereist dat er door de weggebruiker actief naar wordt gezocht. Daarbij spelen de voorkennis van de verkeerdeelnemer en de inrichting van de verkeersinfrastructuur een belangrijke rol. Zie o.a. Theeuwes, J. & Hagenzieker, M.P. (1993). *Visual search of traffic scenes: On the effect of location expectations*. In: Brown, A.G., et al. (red.), *Vision in vehicles*. Volume 149-158. Elsevier, Amsterdam.
- 14 De Den Uylbrug voldoet hierbij aan de *Richtlijnen Vaarwegen* uit 2011. Hierin is het voorschrift voor een akoestisch signaal bij het ontsteken van de landverkeersseinen, zoals de *Richtlijn Vaarwegen 2005* nog voorschrijft, zonder nadere toelichting vervallen. Zie ook bijlage G.

Ook signalen uit de omgeving, zoals het stoppen van het autoverkeer, kunnen een verkeersdeelnemer attenderen op een aanstaande brugopening. Van de Den Uylbrug worden de fietsbrug en de naastgelegen autobrug, gelijktijdig bediend. De slagbomen op de autobrug dalen voordat de slagbomen op de fietsbrug dalen. Op de autobrug klinkt dan zowel een bel ter hoogte van de slagbomen als een kelderbel.¹⁵ Deze zijn van beperkte informatieve waarde voor verkeersdeelnemers op de fietsbrug omdat tussen de autobrug en de fietsbrug relingen en geluidschermen staan die het zicht op de autobrug en het geluid ervandaan beperken.

Door de lage attentiewaarde van het sein en de beperkte overige informatiebronnen voor fietsers over de aanstaande brugopening, is er sprake van een verhoogd risico op onbewuste passage van het rode licht.

3.2 De bruginrichting zorgde voor verwarring bij de fietser

Verkeersdeelnemers kunnen zich om verschillende redenen ophouden op het beweegbare brugdeel, bijvoorbeeld om van het uitzicht te genieten of om een foto te nemen. Voor deze personen geldt dat de seinen op de brug geen voorwaarschuwing vormen en ze zullen niet snel gealarmeerd worden door het stoppen van het autoverkeer op de autobrug. Het klinken van de slagboombel in de laatste drie seconden voordat de slagbomen dalen, zal voor deze personen vaak de eerste waarschuwing zijn dat de Den Uylbrug geopend gaat worden. Nadat de bel klinkt, duurt het in totaal twaalf seconden voordat de bomen gesloten zijn en het systeem toestaat dat de bedienaar het openen van de brug start. De brug opent zich vervolgens nadat de brugbedienaar het commando hiervoor heeft gegeven. De urgentie die uitgaat van de bel en de dalende slagbomen op de fietsbrug moeten ervoor zorgen dat personen haastig het beweegbare brugdeel verlaten als ze zich bewust zijn van hun positie op de brug. Ook hier geldt dat voorkennis van (of verwachtingen over) de inrichting van de verkeersinfrastructuur door de weggebruiker, mede het gedrag van de weggebruiker bepaalt.

Op 6 februari gedroeg de fietser zich zoals een weggebruiker, die een brug nadert en de slagboom, de knipperende lichten en/of de bel waarneemt, zich behoort te gedragen. De fietser stapte af en stelde zich op voor de slagboom (slagboom Oost) achter de grijze voegstreep op het wegdek. Deze slagboom is echter voor de fietser komende vanuit westelijke richting niet de slagboom voor het beweegbare brugdeel, maar de slagboom erna. De streep is dan ook niet de stopstreep, maar de stalen voeg tussen het beweegbare en het vaste deel van de brug. Voor de fietser was er blijkbaar onvoldoende verschil waarneembaar tussen het gebied rond beide slagbomen waaruit ze redelijkerwijs had kunnen concluderen dat ze voor de tweede slagboom stond in plaats van voor de eerste. De belijning op het wegdek rond beide slagbomen is, gezien vanuit de rijrichting van de fietser, nagenoeg hetzelfde. Beide slagbomen staan aan dezelfde kant en sluiten het gehele wegdek af.

¹⁵ De autobrug is een mechanische basculebrug met een contragewicht. Het contragewicht bevindt zich in de basculekelder van de brug en hier is ook de kelderbel gemonteerd.

Een wel voor de fietser waarneembaar verschil met de eerste slagboom die zij reeds was gepasseerd, was dat het rode knipperend landverkeerssein niet aan de rechterkant, maar aan de linkerkant van haar stond. Dit knipperende licht was echter met de achterkant naar haar gericht en was daarom niet duidelijk herkenbaar als knipperlicht.

Omdat de fietser al genoeg informatie had over de aanstaande brugopening, immers de slagboombel klonk en de slagboom daalde, was er voor haar geen reden om actief op zoek te gaan naar indicaties die erop hadden kunnen duiden dat zij zich niet voor maar op het beweegbare deel van de brug bevond. Daar komt bij dat het beweegbare brugdeel ten tijde van het voorval niet afweek van de rest van het fietspad: het beweegbare brugdek had geen afwijkende kleur, reling of andersoortige markering (zie figuur 4). Er was weinig in de vormgeving van de fietsbrug dat de fietser duidelijk maakte waar zij zich ten opzichte van het bewegende brugdeel bevond. Deze aspecten van de brug samen maken het aannemelijk dat de fietser er vanuit ging dat zij zich voor het beweegbare deel van de brug had opgesteld.

De directe aanleiding voor het halt houden van de fietser was waarschijnlijk het klinken van de slagboombel bij de tweede slagboom. Deze bel, die normaliter personen op de brug dringend verzoekt om zich buiten de slagbomen te begeven, was bij het onderzochte ongeval juist aanleiding voor de fietser om halt te houden op het beweegbare brugdeel en bereikte daarmee een onbedoeld effect. Deze bel klonk juist op dat moment omdat de brugbedienaar eerder, door het geven van het commando *Overbrugging VRI*, het dalen van alle slagbomen met tien seconden vervroegde. Het systeem is namelijk zo ingericht dat de slagbomen van de fietsbrug automatisch sluiten na het sluiten van de slagbomen op de naastgelegen autobrug.

De inrichting van de brug had het ongewenste effect dat de fietser stopte en terug stapte op het beweegbare brugdeel en daardoor verongelukte.



Figuur 4: Inrichting van de fietsbrug.

3.3 Het bediensysteem voorkwam niet dat brugval met fietser geopend werd

Hoewel het bedienproces van de brug hoofdzakelijk automatisch wordt uitgevoerd, kent het proces een aantal stappen waarbij van de brugbedienaar verwacht wordt dat hij beoordeelt of de situatie dusdanig is dat de volgende stap veilig kan worden uitgevoerd (zie bijlage C voor de stappen in het brugbedienproces). Zo dient de brugbedienaar zich er van te vergewissen dat, na het afsluiten van het brugdek met slagbomen en voordat de brug geopend wordt, het gedeelte tussen de slagbomen vrij is van mensen en objecten. Het controleren van het 'vrij' zijn van het brugdek, wordt het schouwen van de brug genoemd. De eis dat het brugdek vrij is voordat de brug wordt geopend, is een absolute voorwaarde voor het veilig openen van de brug en maakt dat dit schouwen van het brugdek een kritische stap in het bedienproces is. Het is van belang dat een brugbedienaar bij het uitvoeren van deze kritische stap optimaal ondersteund wordt door de inrichting en vormgeving van de technische hulpmiddelen die hem ter beschikking staan.

Op de dag van het ongeval merkte de brugbedienaar de fietser niet op de camera-beelden op, terwijl deze daarop wel te zien was. Dit kan erop duiden dat de bedienaar onvoldoende aandacht schonk aan de beelden of dat, andersom, deze beelden onvoldoende zijn aandacht hebben getrokken. In deze paragraaf worden de technische voorzieningen voor het schouwen van de Den Uylbrug beschreven die mogelijk een negatieve invloed hadden op het handelen van de brugbedienaar.

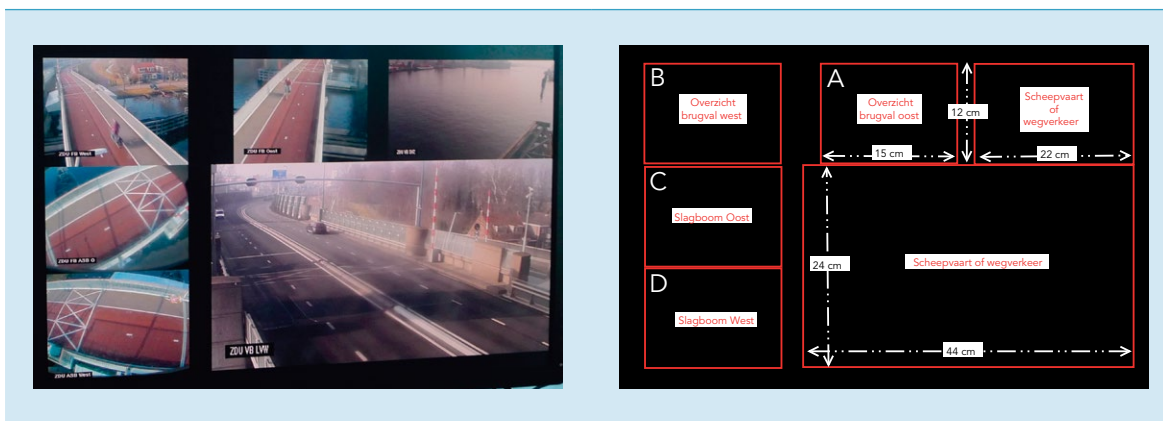
De fietsbrug en de autobrug van de Den Uylbrug zijn in de bediening op afstand aan elkaar gekoppeld. Beide bruggen worden met één commando geopend of gesloten. Het fietsverkeer en autoverkeer op de Den Uylbrug worden met verschillende camera's waargenomen. De brugbedienaar beoordeelt aan de hand van de beelden van deze camera's of de bruggen veilig geopend kunnen worden. Het bediensysteem voor de Den Uylbrug kent geen aanvullende technische middelen om de aanwezigheid van mensen op het brugdek te detecteren, zoals detectielussen, detectie van roodlichtpassage of bewegingsdetectie.¹⁶ Dat fiets- en autoverkeer met verschillende camera's via afzonderlijke beelden worden waargenomen, is niet uniek voor de Den Uylbrug en ook niet uniek in Zaanstad. Zo is de Prins Bernhardbrug in Zaanstad wel een enkele brug, maar worden het autoverkeer en het fietsverkeer met verschillende camera's waargenomen.

Op de Den Uylbrug geven twee camera's een overzichtsbeeld van de fietsbrug; één in oostelijke richting en één in westelijke richting. De twee andere camera's op de fietsbrug geven een beeld van de ruimte tussen de slagboom en het beweegbare brugdeel; één voor de westelijke slagboom en één voor de oostelijke. De vier camerabeelden van de fietsbrug worden in klein formaat naast en boven het centraal geplaatste beeld van de autobrug op het beeldscherm getoond (zie figuur 5). Dit terwijl de kans dat weggebruikers tussen gesloten slagbomen belanden door het gelijktijdig dalen van de slagbomen op de fietsbrug groter is. Daar komt bij dat de kleinere, langzame weggebruikers

¹⁶ Dergelijke technische middelen worden in de wegverkeersinfrastructuur veel toegepast (bij VRI's op drukke kruispunten bijvoorbeeld), maar worden in Nederland bij beweegbare bruggen meestal slechts toegepast bij bruggen die volautomatisch worden bediend.

op de fietsbrug minder de aandacht van de bedienaar zullen trekken dan het grotere en snelle verkeer op de autobrug. De kans dat dit tot fouten leidt, zou kunnen worden gereduceerd door deze beelden op het juiste moment explicieter onder de aandacht van de brugbedienaar te brengen. In de situatie voor 2014 (voor de cameravervanging)¹⁷ werden de beelden van de fietsbrug op een aparte detailmonitor getoond. Uit de notulen van de maandelijkse besprekingen op de Centrale Post blijkt dat brugbedienaars deze detailmonitor terug wilden. Tevens blijkt uit deze notulen dat er op 5 november 2014 werd besloten om de detailmonitor te herintroduceren. Ten tijde van het ongeval was dit nog niet uitgevoerd.

De camera's op de fietsbrug van de Den Uylbrug laten de wachtende fietsers voor de stopstrepen niet zien. Als er een fietser zichtbaar is op de beelden, mag de brug niet geopend worden omdat de fietser zich dan tussen de slagbomen bevindt. De positionering van camera's op sommige andere Zaanse bruggen is zodanig dat voor de slagbomen wachtende fietsers wel op de camerabeelden te zien zijn. Het is dan mogelijk dat een brugbedienaar zich vergist en een fietser die, zoals bij het ongeval, wacht voor de tweede slagboom aanziet voor een wachtende fietser voor de eerste slagboom. Aangezien de situatie per brug verschilt, hebben bedienaars kennis van de brug en van de positionering van de camera's nodig om de beelden correct te interpreteren; de getoonde beelden zijn niet zelfverklarend en zelfs verwarrend. De kans op fouten, wordt hiermee vergroot.



Figuur 5: Camerabeelden van de Den Uylbrug op het linkerscherm; posities A t/m D zijn voor de beelden van de fietsbrug. Het niet afgebeelde rechter scherm toont beelden van autoverkeer en scheepvaart.

In figuur 5 worden de camerabeelden van de fietsbrug¹⁸ getoond zoals deze afgebeeld worden op het beeldscherm. Beeldposities A en B tonen de overzichtsbelden over het beweegbare brugdeel. De fietser was op het moment van openen van de brug zichtbaar op beeld A en gedeeltelijk zichtbaar op beeld B. Beeldposities C en D tonen de beelden van de ruimte tussen slagboom en beweegbaar brugdeel. De positionering van deze beelden komt niet overeen met de werkelijkheid op de brug en de beelden zijn niet zo geplaatst dat in één oogopslag de gehele fietsbrug te overzien is. Het vereist daarom

¹⁷ Zie bijlage E voor een beschrijving van de ontwikkeling van het camerasysteem.

¹⁸ Deze foto toont niet beelden van het onderzochte ongeval op 6 februari 2015, maar is een aantal weken later genomen.

kennis van en ervaring met de specifieke brug om deze beelden correct te interpreteren. De positionering van de beelden van de fietsbrug vergroot de kans op fouten.

De brugbediener wordt niet optimaal ondersteund bij het schouwen van de fietsbrug omdat de camerabeelden van de fietsbrug niet expliciet onder de aandacht van de bediener worden gebracht, niet zelfverklarend en zelfs verwarrend zijn.

Vanaf het moment dat de brug open ging ten tijde van het voorval, was de fietser nog vijf seconden zichtbaar op het camerabeeld op de Centrale Post. Daarna was de fietser niet langer zichtbaar voor de brugbediener. Figuur 6 toont hoe het bovenste deel van de brug buiten beeld verdwijnt tijdens het openen van de brug. Overigens bepaalt de richtlijn van Rijkswaterstaat dat een bediener zicht moet hebben op het bewegend brugdek. Dit is maar beperkt het geval voor de Den Uylbrug omdat de camera's niet mee bewegen met het bewegende brugdeel en vooral het hoogste deel is het grootste deel van de tijd dat de brug zich opent, buiten beeld.



Figuur 6: Camerabeelden van opengaande brug: het hoogste deel is buiten beeld.

Op dat moment was de brugbediener afhankelijk van eventuele signalen die hij ontving van personen op of bij de brug, als iets gaande is dat zijn ingrijpen of handelen vereist. De fietser noch omstanders die getuige waren van de situatie, hadden de mogelijkheid om tijdig de brugbediener te waarschuwen of anderszins in te grijpen. Noodgeroep op de brug wordt niet gehoord op de Centrale Post en er is geen contactinformatie (een telefoonnummer bijvoorbeeld), communicatievoorziening of alarm- of noodknop aanwezig waarmee personen op de brug de brugbediener snel kunnen waarschuwen of waarmee zij het brugproces kunnen stoppen. Ten tijde van het voorval gebruikten omstanders het landelijke alarmnummer 112 om de hulpdiensten te waarschuwen, maar deze waarschuwden op hun beurt de brugbediener niet. Onderhoudsmonteurs die in de brugkelder aan het werk waren, hadden niets gemerkt van wat er zich op de brug afspeelde en waarschuwden zodoende de brugbediener niet. De scheepvaart kan wel

communiceren met de brugbediener, per telefoon of marifoon.¹⁹ Bij het ongeval op 6 februari was er echter geen schipper aanwezig die de brugbediener kon waarschuwen; de brug werd immers niet geopend voor de scheepvaart maar voor onderhoudswerkzaamheden.

De brugbediener heeft tijdens het openen van de brug beperkt zicht op wat er zich afspeelt op de fietsbrug en weggebruikers op de brug hebben geen mogelijkheid om de brugbediener te waarschuwen in geval van nood.

3.4 Risicobeheersing van het systeem van brugbediening

De voorgaande paragrafen laten zien dat het systeem van brugbediening risicovolle handelingen van de gebruikers niet afdoende beheerst en deze zelfs in de hand werkt. Dit roept de vraag op hoe de gemeente als eigenaar van de brug, bij de inrichting ervan de factoren techniek, mens en omgeving afzonderlijk en in onderlinge samenhang heeft beschouwd, en de risico's die hieruit voortvloeien heeft geïdentificeerd.

Aangezien het huidige systeem van brugbediening historisch gegroeid is, heeft de Raad drie ingrijpende veranderingen in dit systeem onderzocht:

1. De overgang van lokaal naar op afstand bedienen van bruggen (2004-2008), waar de basis werd gelegd voor het huidige systeem van bedienen van de Den Uylbrug.
2. De uitbreiding van de Den Uylbrug met een aparte fietsbrug (in 2012) zodat de brugbediener voortaan de situatie op twee bruggen moet beoordelen.
3. De vervanging van de camera's (2014-2015), waarbij de manier waarop de beelden aan een bediener worden getoond veranderde.

De overgang van lokaal naar op afstand bediende bruggen over de Zaan

In de periode 2004-2008 stapte de gemeente over naar bediening op afstand. De integratie van naast elkaar bestaande lokale bedienprocessen in één systeem van bediening op afstand, zou tot een betere afstemming leiden tussen verschillende bruggen. Dit zou voor een vlottere doorvaart op de Zaanse vaarwegen zorgen. Daarnaast zou de centralisatie van de brugbediening op één locatie het mogelijk maken bruggen met minder personeel te bedienen, wat op termijn tot een aanzienlijke kostenbesparing kan leiden.

Veiligheidskritische stappen in het bedienproces, waaronder het zicht houden op het brugdek, werden voortaan op een wezenlijk andere manier gerealiseerd. Het zicht op een brug werd voortaan verzorgd door een camerasysteem (zie voor meer informatie over het camerasysteem bijlage E). Het systeem plaatste bij bepaalde bedienstappen automatisch die beelden op de centrale schermen die voor de brugbediener van belang

¹⁹ Een aantal maanden voor het ongeval werd een brugbediener door een schipper bij de Den Uylbrug via de marifoon gewaarschuwd dat er een fietser op de opengaande fietsbrug aanwezig was.

waren bij de te nemen beslissingen.²⁰ Het systeem bevatte geen voorzieningen om te controleren (of af te dwingen) dat de bedienaar ook werkelijk naar de getoonde beelden keek. Het systeem bevat wel verschillende technische waarborgen om ongewenste handelingen te voorkomen. Zo kan een brug niet geopend worden voordat de slagbomen volledig gesloten zijn en kunnen de slagbomen niet geopend worden als het beweegbare brugdeel nog niet vergrendeld is. Het systeem bevat geen technische waarborgen die voorkomen dat een brugbedienaar de brug opent terwijl de ruimte tussen de slagbomen niet vrij is van personen en objecten. De wettelijke normen en richtlijnen schrijven dergelijke aanvullende technische middelen ook niet voor.

Vanuit veiligheidsoogpunt is de introductie van bediening op afstand een ingrijpende verandering. Dat de bediening voortaan plaatsvindt in een andere omgeving, wordt uitgevoerd met andere technische systemen en dat de bedienaars voortaan meerdere bruggen bedienen en met anderen moeten samenwerken, verandert de manier waarop de verschillende delen van het systeem op elkaar inwerken grondig. De risico's voor de toekomstige gebruikers van het bediensysteem werden niet geïdentificeerd of geanalyseerd. De inrichting van het bediensysteem was niet gebaseerd op een visie van de gemeente over wat een veilige bediening van bruggen over de Zaan zou moeten inhouden, maar beperkte zich tot het volgen van technische eisen aan componenten uit de beschikbare normen en richtlijnen. Normen en richtlijnen²¹ aangaande beweegbare bruggen en brugbediening vereisen wel dat, als er veiligheidsrisico's voor gebruikers van de brug geïdentificeerd worden, er passende beheersmaatregelen genomen worden. Ze beschrijven echter niet hoe de veiligheidsrisico's voor de gebruikers van een brug beoordeeld moeten of kunnen worden. De normen en richtlijnen laten de invulling en uitwerking van dergelijke activiteiten over aan de brugbeheerder. De gemeente Zaanstad zelf gaf beperkt invulling aan deze activiteiten en vertrouwde voor het beoordelen van de veiligheid in hoge mate op de kennis en ervaring van de gekozen leveranciers en adviseurs met het inrichten van regionale bedienposten. Risicoanalyses voor het project beperkten zich tot de risico's behorend bij de uitvoering van het project zelf. De verwachting van de Raad was dat de gemeente het veranderde risicobeeld van bediening op afstand ten opzichte van lokale bediening zou hebben onderzocht.

De centralisering van de bediening leidde tot een complexer systeem met emergente risico's²² die de individuele, lokaal bediende, bruggen niet kennen. De bediening van een brug vindt bij op afstand bediende bruggen plaats in een geheel andere omgeving dan bij lokaal bediende bruggen en wordt dan ook door andere omgevingsfactoren

20 Het rapport van TNO uit 1997: *Regionale bediencentrales voor bruggen en voor sluzen (Fase 1- bureaustudies)* beveelt aan om de beelden, die voor de verschillende bedienstappen essentieel zijn, expliciet onder de aandacht van de bedienaar te brengen. Het systeem op de Centrale Post doet dit bij de commando's: *Stoppen Landverkeer* en *Sluit brug, verkeer vrij* (de bedienstappen *onderbreken landverkeer* en *brug sluiten* van het bedienproces in bijlage C).

21 De norm NEN 6787: *Het ontwerpen van beweegbare bruggen - Veiligheid* uit 2003, stelt dat beweegbare bruggen binnen het toepassingsgebied van de Machinerichtlijn vallen en de eisen aangaande veiligheidsrisico's zijn van de Machinerichtlijn afgeleid. De *Richtlijnen Vaarwegen* van Rijkswaterstaat die golden in de periode 2004 tot 2008 namen de Machinerichtlijn nog niet als uitgangspunt en bevatten geen eisen aangaande het uitvoeren van risicoanalyses. In haar latere Landelijke Brug- en Sluisstandaard, opgesteld na 2010, nam Rijkswaterstaat de Machinerichtlijn als uitgangspunt voor de veiligheid van bruggen en sluzen.

22 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.

beïnvloed. Dit kan zorgen voor nieuwe en veranderde risico's tijdens een bedienproces zoals afleiding van een brugbedienaar door collega's of afleiding door communicatie aangaande de overige bruggen. Het beoordelen van dit veranderde risicobeeld vereist deskundigheid op het gebied van systeemergonomische werkplekvraagstukken. De omstandigheden op de Centrale Post in relatie tot het handelen in het bedienproces zijn door de gemeente niet als dusdanig beoordeeld. Toen na ingebruikname van de Centrale Post er in korte tijd vier scheepvaartongevallen gebeurden, was dit voor de gemeente aanleiding om een onderzoek te laten doen naar de veiligheidsrisico's van de brugbediening.²³ Hieruit werd onder andere geconcludeerd dat object- of locatie-specifieke risico's niet voldoende waren meegenomen in het ontwerp van de centrale brugbediening, dat het personeel onvoldoende getraind was in de nieuwe situatie en dat procedures en werkvoorschriften onvoldoende waren beschreven.

De gemeente Zaanstad was zich niet bewust dat de overgang van lokale bediening naar bediening op afstand een ingrijpende verandering was voor de veiligheid van bedienen vanuit het perspectief van de gebruikers.

De gemeente trof na het onderzoek verbetermaatregelen. De afdeling Havens en Vaarwegen (zie bijlage F) stelde een kwaliteitshandboek op met huisregels die stellen dat gezorgd moet worden voor 'stilte en rust in het bedieningsgebouw tijdens het bedienen van bruggen' en dat personen die dit verstoren hierop dienen te worden aangesproken. Het is aan de brugbedienaar om in te grijpen als dergelijke afleiding het bedienproces negatief beïnvloedt.

De gemeente heeft in 2014 onderzoek laten doen door VHP Human Performance BV naar de werkbelasting op de Centrale Post. Dit onderzoek wees uit dat in de wintermaanden het aantal brugopeningen lager is dan de capaciteit van één enkele bedienaar, en dat in de zomermaanden de capaciteit van twee bedienaars meestal voldoende zal zijn. De gemeente roostert tijdens de wintermaanden minimaal twee brugbedienaars in en in de zomermaanden minimaal drie. Van te hoge werkdruk door een te hoog aantal uit te voeren brugopeningen is daarom waarschijnlijk geen sprake.²⁴ Er zal in het rustige winterseizoen eerder sprake zijn van onderbelasting, waardoor de concentratie van de bedienaars kan verslappen en hun aandacht voornamelijk gericht kan zijn op andere werkzaamheden en activiteiten dan het bedienen van bruggen.

Daar staat tegenover dat de bedienaars ook verantwoordelijk zijn voor aanverwante werkzaamheden, zoals administratieve handelingen en de communicatie via marifoon of telefoon met de vaarweggebruikers (beroeps- en recreatievaart). Communicatiemiddelen, zoals telefoon en marifoon, kunnen een bedienaar dwingend afleiden van het bedien-

²³ DHV, Brugbediening Zaanstad - *Onderzoek naar veiligheidsrisico's*, oktober 2007.

²⁴ De loggegevens van de werkplekken op de Centrale Post op 6 februari 2015 bevestigen ook dat het aantal brugpassages niet ongewoon hoog was.

proces.²⁵ De brugbedienaars beantwoorden naast de gesprekken met vaarweggebruikers, ook de (sporadische) marifoonoproepen bestemd voor kantoormedewerkers van het naastgelegen havenkantoor. Daarbij komt dat de brugbedienaar telefoongesprekken en afwijkende gebeurtenissen tijdens een bedienproces, zoals incidenten en storingsmeldingen, moet registreren. In theorie wordt dit door de bedienaar na het afronden van het bedienproces gedaan. In de praktijk wordt er ook tijdens het bedienproces al aan de administratie gewerkt. Vluchtige informatie, zoals de naam en het telefoonnummer van een monteur die gebeld heeft, wordt dan al tijdens het bedienen genoteerd. De gemeente heeft na het ongeval de administratieve handelingen uit het takenpakket van de brugbedienaar gehaald en deze worden uitgevoerd door iemand die zelf geen bruggen bedient. Volgens de gemeente is dit een tijdelijke maatregel.

Taken en activiteiten, zoals communicatie en administratie, kunnen de aandacht van de brugbedienaar afleiden van het bedienproces en van de camerabeelden. Deze activiteiten zijn geen onderdeel van de beschreven werkprocedures en het is daarmee de verantwoordelijkheid van de brugbedienaar om zijn werkproces zo in te richten en uit te voeren dat de veiligheid niet in het geding komt.

De uitbreiding van de Den Uylbrug met een aparte fietsbrug

Om de verkeersdrukke beter aan te kunnen, werd in de periode 2011-2012 de Den Uylbrug uitgebreid met een aparte fietsbrug, waardoor de capaciteit voor het wegverkeer op de bestaande brug toenam. Hierdoor werden in 2012 brugbedienaars geconfronteerd met een nieuwe situatie in de bediening van de Den Uylbrug en met een nieuwe verkeerssituatie.

De inrichting van het schouwproces

In de oude situatie gaven de camerabeelden een gezamenlijk beeld van het autoverkeer en het fietsverkeer. In de nieuwe situatie gaven de beelden de brugbedienaar geen geïntegreerd beeld waardoor het schouwen van de autobrug en het schouwen van de fietsbrug twee gescheiden stappen waren die de brugbedienaar moest uitvoeren alvorens de brug te openen. Voorheen werden bij aanvang van een bedienstap automatisch die beelden in het primaire aandachtsgebied van de brugbedienaar getoond die de door de brugbedienaar te nemen beslissing voor die bedienstap ondersteunden. Het bestaande ontwerp van het bediensysteem op de Centrale Post stond echter niet toe dat meer dan twee beelden centraal in het primaire aandachtsgebied van de brugbedienaar werden getoond. Er is gekozen om de beelden van de fietsbrug niet binnen het primaire aandachtsgebied van de brugbedienaar te tonen op het moment dat de fietsbrug geschouwd moest worden. In plaats daarvan werden deze beelden

²⁵ Of er daadwerkelijk sprake was van afleiding door inkomend telefoonverkeer bij het onderzochte ongeval heeft de Raad niet kunnen vaststellen; van dit verkeer worden op de Centrale Post geen logs bijgehouden. Wel is bekend dat de bij het ongeval betrokken bedienaar telefonisch contact had met de onderhoudsmonteurs op de Den Uylbrug. Uit de mobiele telefoongegevens van de onderhoudsmonteurs blijkt dat er door hen niet gebeld werd op het moment dat de brugbedienaar de brug moest schouwen. Er was geen sprake van marifoonverkeer tijdens het ongeval.

getoond op een detailmonitor die buiten het primaire aandachtsgebied van de brugbedienaar is geplaatst (zie bijlage E voor een uitgebreidere beschrijving van het camera-systeem). Of de brug veilig geopend kon worden, werd hiermee overgelaten aan de oplettendheid van de brugbedienaar en of hij eraan dacht ook de fietsbrug te schouwen. Het technische bediensysteem kreeg geen aparte bedienstap voor het schouwen van de fietsbrug.²⁶ Aan de werkvoorschriften, zoals beschreven in het *Kwaliteitshandboek Havens en Vaarwegen* van de gemeente Zaanstad, was eveneens geen aparte bedienstap toegevoegd. De werkprocedure uit het kwaliteitshandboek voor het openen van bruggen bevatte slechts een aanvullende algemene opmerking om bij het schouwen van bruggen ook op het fietspad te letten: 'Kijken of het brugdek vrij is en de brug veilig geopend kan worden (let op fietspad).'

Bij de uitbreiding van de Den Uylbrug met een nieuwe fietsbrug voerde de gemeente geen brugspecifieke analyse van de veiligheidsrisico's uit, noch werd onderzocht of de inrichting van het schouwproces moest worden aangepast.

De inrichting van de fietsbrug

De inrichting van verkeersinfrastructuur is van invloed op het gedrag van de weggebruiker. Het is aan de eigenaar van de brug, in dit geval de gemeente, om te zorgen dat het voor een weggebruiker te allen tijde duidelijk is wat er van hem/haar verwacht wordt. Uit paragraaf 3.1 en 3.2 blijkt dat de situatie op de Den Uylbrug wat dit betreft tekortschoot: een rood licht dat op zichzelf weinig aandacht trok bij afwezigheid van een aanvullend akoestisch signaal, een geluidscherm tussen autobrug en fietsbrug, stopstrepen die nauwelijks verschillen van voegen, de enkele slagbomen en de spiegelsymmetrische belijning. Geen van deze aspecten overtraden een wettelijke norm of richtlijn. Geen van deze factoren hoefde op zichzelf een veiligheidprobleem te zijn, maar gezamenlijk zorgden ze er voor dat de fietser veel minder informatie kreeg over een aanstaande brugopening en haar positie op de brug.

Een integrale risicoanalyse vanuit het perspectief van de gebruiker van de fietsbrug had dergelijke tekortkomingen aan het licht kunnen brengen. De gemeente heeft een dergelijke risicoanalyse niet uitgevoerd. Ook uit de eigen ervaringen met weggebruikers had de gemeente kunnen vaststellen dat langzame verkeersdeelnemers zich kunnen vergissen over waar ze zich op de brug bevinden of dat ze soms een rood licht passeren zonder zich hiervan bewust te zijn. Tijdens dit onderzoek zijn een aantal van deze incidenten bij de Onderzoeksraad gemeld.

De foto in figuur 7 is op 12 januari 2009 op de Prins Bernhardbrug genomen door een automobilist. De brug werd bij dit incident geopend terwijl een mevrouw in een scootmobiel zich tussen de slagbomen bevond. Dit incident was niet bekend bij de gemeente. Ook na het onderzochte ongeval, zijn incidenten voorgekomen waarbij

²⁶ De gemeente heeft na het ongeval op 6 februari 2015 opdracht gegeven om het bediensysteem zo aan te passen dat de bedienaar als een aparte bedienstap de slagbomen van de fietsbrug laat dalen. Deze bedienstap zorgt ervoor dat de brugbedienaar een aparte handeling voor de fietsbrug moet uitvoeren en dit verkleint het risico dat een brugbedienaar de fietsbrug vergeet te schouwen voordat hij de brug opent.

personen zich voor de verkeerde slagboom opstelden, en zodoende tussen gesloten slagbomen terechtkwamen, maar waarbij de brugbediener de persoon tussen de gesloten slagbomen wel opmerkte. Op basis van een analyse van dergelijke incidenten had de gemeente beheersmaatregelen kunnen treffen. Op de Centrale Post werden dergelijke incidenten echter niet geregistreerd omdat het management en de brugbedieners niet tot een werkbare definitie van de term 'incident' waren gekomen.



Figuur 7: Prins Bernhardbrug geopend met weggebruiker tussen de slagbomen. (Foto: TonMedia.nl)

Hoewel het *Kwaliteitshandboek Havens en Vaarwegen* van de gemeente een incident definieerde als een gebeurtenis of uitgevoerde actie die afwijkt van het normale operationele proces, waren ze het er niet over eens wat wel en niet geregistreerd moest worden en om welke redenen. Was, bijvoorbeeld, het passeren van een rood licht door een weggebruiker een incident dat gerapporteerd moest worden? Het bijhouden van dergelijke veelvoorkomende gebeurtenissen beschouwden de bedieners als een te hoge administratieve belasting. Na het ongeval heeft de gemeente onderzocht hoe vaak dergelijke incidenten, waaronder ook het passeren van rode lichten, plaatsvonden op de Zaanse bruggen en de gemeente registreerde rond de 500 incidenten per week.

De gemeente heeft geen integrale beoordeling gemaakt van de veiligheid van de toekomstige fietsbrug vanuit het perspectief van de weggebruikers op basis van een risico-analyse zoals norm NEN-6787 voorschrijft. De eisen die de gemeente aan veiligheidsmaatregelen aan opdrachtnemers stelde, waren technische eisen aan individuele componenten van de brug als seinen, slagbomen en de belijning. Deze eisen komen grotendeels overeen met de wettelijke voorschriften, normen en richtlijnen voor bruggen,

verkeerslichten en slagbomen (waaronder NEN-6787 en de Richtlijnen Vaarwegen). Daar waar normen en richtlijnen geen concrete eisen stelden aan de veiligheid van de gebruiker van de brug, stelde de gemeente in het bestek geen aanvullende eisen. Doordat de gemeente de risico's niet op een gestructureerde manier in kaart bracht en documenteerde, werden beslissingen die relevant zijn voor de uiteindelijke veiligheid van de gebruiker op een ad hoc manier genomen of aan leveranciers en adviseurs overgelaten. Een voorbeeld hiervan is hoe de akoestische signalering op de fietsbrug is uitgevoerd en hoe deze tot stand gekomen is. Dit wordt nader beschreven in bijlage G.

De gemeente heeft geen integrale beoordeling gemaakt van de veiligheidsrisico's voor de weggebruikers van de fietsbrug. De gemeente ging er van uit dat het volgen van de technische eisen van de vigerende wettelijke normen en richtlijnen aangaande bruggen tot een veilige brug leidde. Na ingebruikname van de vernieuwde brug werd de veiligheidssituatie op de fietsbrug onvoldoende gemonitord.

De vervanging van de camera's

In 2013 gaf de gemeente Zaanstad opdracht om een nieuw camerasysteem te plaatsen voor het waarnemen van bruggen op afstand. Het oude camerasysteem werd storingsgevoeliger en moeilijker te onderhouden. Gebruikte componenten werden niet meer door de fabrikant ondersteund of waren, op termijn, niet meer leverbaar. Het vervangingsproject bestond uit twee deelprojecten: enerzijds de vervanging van de videoapparatuur en de beeldschermen die de camerabeelden tonen op de werkplekken op de Centrale Post²⁷ en anderzijds de vervanging van de camera's op de betreffende bruggen.²⁸ Volgens betrokkenen beschouwde de gemeente dit project op voorhand als een project met weinig risico's voor de veiligheid van het systeem van brugbediening.

Vervanging van de videoapparatuur en de beeldschermen

In de oorspronkelijke situatie werden de camerabeelden van de brug op vier beeldschermen aan de brugbedienaars gepresenteerd. Twee hoofdbeeldschermen waren recht voor de bedienaar geplaatst en toonden elk één camerabeeld. De overige beelden werden gepresenteerd op twee zogenaamde detailmonitoren die naast de centraal geplaatste beeldschermen waren geplaatst (zie ook bijlage E). Een detailmonitor toonde vier camerabeelden op één scherm.

Volgens de oorspronkelijke werkbeschrijving²⁹ zouden op elke werkplek van de Centrale Post de vier bestaande 19 inch beeldschermen worden vervangen door vier nieuwe 25 inch beeldschermen. In de beginfase van dit project werd echter besloten tot een herontwerp van het camerasysteem. Dit leidde niet tot een ander risicobeeld van het project bij de gemeente. Er werden geen maatregelen getroffen om de veiligheid van het systeem van brugbediening te waarborgen. Voor de bedienaars op de Centrale Post, die hun soms over vele jaren ingesleten routines moesten aanpassen, werd geen inwerk-

²⁷ Gemeente Zaanstad, *Preventieve video-apparatuur vervanging - Functionele werkomschrijving*, december 2013.

²⁸ *Preventieve vervanging Camera's op de Zaanse bruggen, Bestek 2013-38.*

²⁹ Gemeente Zaanstad, *Preventieve video-apparatuur vervanging - Functionele werkomschrijving*, december 2013.

programma opgesteld en de invloed van het herontwerp op de kwaliteit van het werk van de bedienaars werd niet geëvalueerd.

In het nieuwe ontwerp werden de beelden van de autobrug en de scheepvaart, die als het belangrijkste voor een bedienstap werden beschouwd, in groot formaat op een centrale positie op twee 30 inch beeldschermen getoond. De overige beelden, die voorheen in klein formaat op de detailmonitoren werden getoond, werden nu in klein formaat op perifere posities van de twee beeldschermen geplaatst (zie bijlage E). Ook de beelden van de fietsbrug werden op perifere posities geplaatst en konden niet op de centrale posities in groot formaat getoond worden. De beelden van de fietsbrug hadden hiermee een minder in het oog springende positie in vergelijking met de beelden van het autoverkeer en de scheepvaart, terwijl ze toch van hetzelfde belang zijn voor een goede beoordeling of de brug veilig geopend kan worden.

De camerabeelden van het fietsverkeer werden voor de verschillende bruggen niet op een uniforme manier getoond aan de brugbedenaar. Voor de fietsbrug van de Den Uylbrug was er bijvoorbeeld voor gekozen om twee camerabeelden, (één in oostelijke en één in westelijke richting), naast elkaar te plaatsen en de andere twee (fish-eye camera's, oostkant en westkant) boven elkaar te plaatsen. Voor de fietspaden op de Prins Bernhardbrug is ervoor gekozen om de twee beelden van het linkerfietspad op het linkerbeeldscherm te tonen, en de twee beelden van het rechterfietspad op het rechterbeeldscherm. Voor verschillende bruggen moest de brugbedenaar dus verschillende beeldconfiguraties bekijken om het fietsverkeer te schouwen. Of dit mogelijk een verhoogde kans op menselijke fouten geeft, is niet door de gemeente onderzocht.

De gemeente greep het herontwerp van het camerasysteem niet aan om te beoordelen of mogelijk de veiligheid van de bediening vergroot kon worden.

Vervanging van de camera's

De gemeente stelde als voorwaarde dat de kwaliteit van de camerabeelden na uitvoering van dit project minimaal zo goed moest zijn als ervoor. Bij aanvang van het project werd hiertoe een nulmeting uitgevoerd waarbij de zichtlijnen van de camera's en de kwaliteit van de beelden werden geregistreerd, zodat de beelden voor en na het vervangen van camera's vergeleken konden worden. Deze voorwaarde vormde de basis voor de acceptatietest van het nieuwe camerasysteem. Als er een afwijking van (de zichtlijnen van) een camerabeeld ten opzichte van de nulmeting werd geconstateerd, dan werd hiervoor goedkeuring van de bedienaars op de Centrale Post gevraagd.

De nieuwe camera's op de bruggen vereisten ook nieuwe bekabeling voor het overbrengen van besturingsignalen en camerabeelden (de datatransmissie). Na overleg met aannemers en een inspectie van de betreffende bruggen, constateerde de gemeente dat het vervangen van de bekabeling een gecompliceerde, kostbare en risicovolle³⁰

³⁰ Hierbij ging het over risico's als schade aan de overige bekabeling op de brug en mogelijk hoge extra kosten door slechte toegankelijkheid van de bekabeling (en niet over veiligheidsrisico's voor de gebruikers van de brug).

operatie zou worden. Er werd voorgesteld om de bestaande bekabeling te hergebruiken met behulp van speciale transmissieapparatuur. De gekozen apparatuur was echter niet gespecificeerd voor het gebruik met de bestaande bekabeling op de Zaanse bruggen, en de leverancier wilde daarom geen uitspraken doen over de betrouwbaarheid van de voorgestelde toepassing. De gemeente had daarmee geen enkele informatie over de te verwachten kwaliteit³¹ van de gekozen datatransmissieverbinding. De onzekerheid over de te verwachten kwaliteit leidde er niet toe dat de gemeente het werkplan, testplan of de acceptatietesten aanpaste om het mogelijk toegenomen risico op problemen met de kwaliteit van de nieuwe datatransmissieverbinding te beheersen.

Door de te geringe kwaliteit van de datatransmissieverbinding op verschillende bruggen traden nog geruime tijd na oplevering van het systeem problemen op, zoals schokkende en wegvallende camerabeelden tijdens het proces van brugopenen. Deze problemen leidden er niet toe dat de bediening op afstand van de betreffende bruggen werd stopgezet tot de problemen waren opgelost. Deze problemen zijn inmiddels deels opgelost door toch andere transmissieapparatuur te gebruiken in combinatie met bestaande bekabeling en in enkele gevallen alsnog de oude bekabeling te vervangen. Ruim een jaar na aanvang van het project waren echter nog niet alle problemen met datatransmissie van de nieuwe camera's verholpen. Problemen met de kwaliteit van de (transmissie van) camerabeelden werden op een ad hoc manier opgelost naar aanleiding van klachten en opmerkingen van de brugbedienaars op de Centrale Post.

De onzekerheid over de te verwachten beeldkwaliteit leidden tijdens de vervanging van de camera's niet tot maatregelen om mogelijke risico's die hieruit voortvloeiden, te beheersen.

Zorg voor veiligheid

In deze paragraaf is een beeld geschetst hoe de gemeente Zaanstad als eigenaar en beheerder van bruggen, invulling gaf aan haar zorg voor een veilige brugbediening. De Raad heeft voor deze analyse de veiligheid van brugbediening benaderd als een systeemvraagstuk omdat juist de interactie tussen techniek, de gebruiker en de omgeving de mate van veiligheid van dit systeem bepaalt. In de drie onderzochte systeemwijzigingen reikte de gemeentelijke zorg voor een veilige brugbediening niet verder dan het voldoen aan technische eisen uit wet- en regelgeving. Deze kaders en richtlijnen beschouwen de techniek veelal niet in onderlinge samenhang met de gebruikers en locatiespecifieke aspecten. En daar had precies de zorg voor de gemeente moeten liggen: het bewaken van de integrale veiligheid van het systeem van brugbediening. Dit vraagt om het structureel identificeren en beheersen van veiligheidsrisico's die voortvloeien uit de mogelijke interacties tussen mens en machine als onderdeel van een integrale veiligheidsaanpak.

³¹ De kwaliteit van een datatransmissieverbinding omvat niet alleen de te verwachten capaciteit van de verbinding, maar bijvoorbeeld ook de te verwachten gevoeligheid voor (elektromagnetische) stoorsignalen.

4 CONCLUSIES

De Onderzoeksraad voor Veiligheid onderzocht, naar aanleiding van het ongeval op de Den Uylbrug, hoe de gemeente Zaanstad invulling gaf aan haar zorg voor de veiligheid van de brugbediening op afstand.

Op basis van dit onderzoek concludeert de Raad als volgt.

De gemeente Zaanstad hanteerde geen integrale veiligheidsaanpak bij de beslissingen omtrent de veiligheid van de brugbediening.

De gemeente heeft een te eenzijdige invulling gegeven aan haar zorg voor een veilige brugbediening door deze primair te benaderen als een technisch probleem. De gemeente zag de veiligheid van brugbediening als de som van componenten die resulteren uit het volgen van de vigerende normen en richtlijnen. De samenhang en interacties tussen techniek, mens, en omgeving liet de gemeente buiten beschouwing, terwijl deze de mate van veiligheid van de brugbediening in belangrijke mate bepalen.

Het ongeval op de Den Uylbrug kon gebeuren doordat het risicovol handelen van de fietser en de brugbedienaar niet door het systeem van brugbediening zijn voorkomen noch de gevolgen ervan zijn beperkt.

De gemeente Zaanstad had geen zicht op de risico's voor gebruikers van de brug die voortvloeiden uit het systeem van brugbediening. Ze heeft, bij de inrichting ervan, de factoren techniek, mens en omgeving niet in onderlinge samenhang beschouwd. Uit het onderzoek blijkt dat de inrichting van de brug vanuit het oogpunt van de weggebruiker en de uitvoering van het bedienproces, het camerasysteem en de werkomstandigheden van de bedienaar allemaal ruimte bieden voor verbetering.

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

Binnen de gemeente Zaanstad ontbraken heldere kaders en uitgangspunten vanuit organisatiespecifieke veiligheidsdoelstellingen. Dit betekende dat op het uitvoerende niveau de brugbedienaar te weinig handvatten geboden werden om risicovolle 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 moest zelf beoordelen of hij gezien zijn werkomstandigheden in staat was om een dergelijke beslissing te nemen.

5 AANBEVELINGEN

Op basis van het onderzoek komt de Onderzoeksraad voor Veiligheid tot de volgende aanbevelingen.

Aan de minister van Infrastructuur en Milieu:

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 brugbedienaars en verkeersdeelnemers) voldoende tot hun recht komen.*

De normen en richtlijnen ten aanzien van ontwerp, gebruik en inpassing van bruggen moeten brugbeheerders stimuleren om een integrale beoordeling te maken van de veiligheid vanuit het perspectief van de brugbedienaars, het (langzaam en snel) wegverkeer en de scheepvaart.

Ook is het van belang om de feitelijke situatie van iedere brug apart in kaart te brengen en de toepasselijkheid van voorschriften hierop te bepalen. Momenteel gelden dezelfde normen en richtlijnen voor een kleine voetgangersbrug over een rustig vaarwater als voor een brug met vele rijbanen voor autoverkeer over een drukke vaarweg naast een spoorbrug. De omgang en beleving van de verschillende gebruikers (verschillende soorten weggebruikers, scheepvaartverkeer en brugbedienaars) van deze bruggen verschilt in hoge mate. In normen en richtlijnen moet duidelijk gemaakt worden op welke situatie(s) deze van toepassing zijn en waarom.

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.*

De Onderzoeksraad constateert dat er nog weinig onderzoek is verricht naar de 'human factors' van de bediening op afstand van kunstwerken, in het bijzonder het zicht op afstand door middel van camera's. Mogelijk kan inspiratie worden opgedaan uit onderzoek in andere transportmodaliteiten zoals de luchtverkeersleiding of de treindienstleiding.

Aan de gemeente Zaanstad als brugbeheerder:

3. *Pas een integrale veiligheidsbenadering toe op de bediening van bruggen op afstand waarbij de interactie tussen mens, techniek en omgeving centraal staat.*

De interacties tussen mens, techniek en de omgeving bepalen in hoge mate de veiligheid van de bediening op afstand. Het is daarom van groot belang dat bij het

ontwerp van een systeem van brugbediening op afstand, bij veranderingen in dit systeem en bij het dagelijkse beheer ervan, de veiligheidsrisico's in kaart worden gebracht die gepaard gaan met deze interacties. Vervolgens dienen voor de geïdentificeerde risico's maatregelen te worden getroffen. Daarbij is het essentieel dat de veiligheidssituatie van iedere brug vanuit het perspectief van de verschillende gebruikers wordt beschouwd. De Raad onderstreept het belang dat een dergelijke benadering niet een eenmalige exercitie is maar een continu proces, waarin incidenten worden gemonitord en eventuele nieuwe risico's worden geïdentificeerd.

Ook de situatie op de Den Uylbrug biedt nog ruimte voor verbetering wanneer de bediening vanuit het perspectief van de verschillende gebruikers wordt beschouwd.

4. *Breng potentieel gevaarlijke situaties in kaart in scenario's en train de brugbedienaars periodiek hoe zij daarin moeten handelen.*

Werk - samen met de brugbedienaars - risicovolle scenario's uit en leg vast hoe brugbedienaars in deze scenario's de risico's moeten beoordelen en wat zij vervolgens moeten doen. Gebruik deze scenario's om bedienaars te trainen en te ondersteunen in hun taak. Betrek in de scenario's niet alleen risico's die zich kunnen voordoen op of bij de brug, maar ook in de werkomgeving van de brugbedienaars zelf, in het bijzonder de mens-machine interactie. Actualiseer de scenario's op basis van praktijkervaringen.

De Onderzoeksraad acht het van belang dat ook andere brugbeheerders nagaan in hoeverre deze aanbevelingen aan de gemeente Zaanstad op hen van toepassing zijn.

Bijlage A. Onderzoeksverantwoording	48
Bijlage B. Kaart met overzicht van de Zaanse bruggen	51
Bijlage C. Het bedienproces	52
Bijlage D. Het bediensysteem.....	53
Bijlage E. Het camerasysteem	56
Bijlage F. Brugbeheer door de gemeente Zaanstad	60
Bijlage G. Akoestische signalering op de fietsbrug van de Den Uylbrug.....	61

ONDERZOEKSVERANTWOORDING

De Onderzoeksraad voor Veiligheid onderzoekt voorvallen met als doel hieruit lessen te trekken die leiden tot verbetering van de veiligheid in Nederland. Hiertoe wil de Raad de directe en achterliggende oorzaken van het voorval achterhalen omdat in deze achterliggende oorzaken vaak structurele veiligheidstekorten te vinden zijn. De Onderzoeksraad signaleert en identificeert dergelijke structurele veiligheidstekorten en formuleert aanbevelingen om deze te verhelpen. De Raad kent een breed werkterrein en is vrij in de keuze, afgezien van enkele wettelijke onderzoeksverplichtingen, om naar eigen inzicht en methodiek ongevallen te onderzoeken.

Aanleiding onderzoek

Op 6 februari 2015 is op de Den Uylbrug in de gemeente Zaanstad een fietser overleden omdat zij op een beweegbaar deel van een fietsbrug stond terwijl de brug werd geopend. De vrouw stond met haar fiets op het beweegbare deel van de brug te wachten aan de verkeerde kant van de gesloten slagboom. Bij het openen van de brug heeft de vrouw een dodelijke val van 15 meter gemaakt. Het ongeval leidde binnen de gemeente Zaanstad tot de vraag hoe dit heeft kunnen gebeuren en hoe het gesteld is met de veiligheid van de bruggen. De gemeente Zaanstad heeft de Onderzoeksraad gevraagd dit ongeval te onderzoeken. De Raad besloot kort nadien het onderzoek te starten.

Doelstelling en onderzoeksvraag

Het ongeval op de Den Uylbrug roept de vraag op in hoeverre de gemeente Zaanstad als eigenaar en beheerder van de brug de veiligheid van de gebruikers van de brug borgt.

De centrale onderzoeksvraag is:

Hoe geeft de gemeente Zaanstad invulling aan haar zorg voor de veiligheid van de brugbediening op afstand?

De doelstelling van het onderzoek naar het ongeval op de Den Uylbrug is het voorkomen van dit soort voorvallen in de toekomst. De Raad wil door brugbeheerders inzicht te bieden in de problematiek de veiligheid van bediening op afstand verbeteren.

Onderzoeksaanpak

Om te kunnen achterhalen wat zich op de dag van het ongeval heeft afgespeeld, heeft de Onderzoeksraad kort na elkaar de direct betrokkenen geïnterviewd. Verder is gebruik-

gemaakt van de camerabeelden ten tijde van het incident en van diverse logbestanden o.a. van de technische installatie om een eventueel technisch falen vast te kunnen stellen.

Om zich een beeld te kunnen vormen hoe de gemeente Zaanstad de integrale veiligheid borgt bij de bediening van bruggen op afstand, heeft de Raad met functionarissen in de gemeentelijke organisatie gesproken. Daarnaast is bij de gemeente relevante informatie opgevraagd en zijn publieke bronnen geconsulteerd. Het onderzoek heeft zich hierbij in het bijzonder geconcentreerd op drie ingrijpende veranderingen, die van invloed waren op de bediening van de Den Uylbrug. De eerste verandering betreft de overgang van bediening ter plaatse naar bediening op afstand vanuit een centrale post van de Den Uylbrug. De tweede verandering is de uitbreiding van de Den Uylbrug met een aparte fietsbrug, de brug waarop het incident zich heeft afgespeeld. De derde verandering betreft de vervanging van de analoge camera's door digitale en de aanpassing van de presentatie van de camerabeelden op de centrale post. Bij alle drie de projecten is sprake van ingrepen in het veiligheidscritische systeem van de brug. Onderzocht is of de gemeente Zaanstad dit heeft onderkend en afdoende maatregelen heeft getroffen om het veilig gebruik van de brug te kunnen borgen vanuit het perspectief van de gebruikers.

Verder is voor het onderzoek gebruikgemaakt van de volgende informatie:

- gespreksverslagen van interviews van de onderzoekers van de Onderzoeksraad met betrokken medewerkers van de gemeente Zaanstad en van de leverancier betrokken bij de drie projecten;
- ooggetuigen gehoord door de politie;
- relevante wet- en regelgeving en richtlijnen;
- achtergrondinformatie over bediening van bruggen op afstand;
- documentatie van de gemeente Zaanstad;
- documentatie over extern verrichte risicoanalyses (in opdracht van de gemeente Zaanstad);
- project- en werkplannen bediening op afstand, verbreding Den Uylbrug en vervanging camera's;
- onderzoeken van Rijkswaterstaat naar de bediening van sluizen en bruggen op afstand.

Om te toetsen of de uitkomsten van het onderzoek een bredere relevantie hebben dan alleen voor de gemeente Zaanstad is aan vertegenwoordigers van gemeenten, waterschappen, Rijkswaterstaat en private adviesbureaus gevraagd of bij op afstand bedienbare bruggen de integrale veiligheid in het algemeen voldoende is geborgd. Met behulp van een computer ondersteunde brainstormsessie is met deelnemers gediscussieerd op welke wijze en met welke maatregelen eigenaren van op afstand bedienbare bruggen een integrale aanpak van veiligheid kunnen borgen. De resultaten van de sessie zijn gebruikt bij het formuleren van de aanbevelingen.

Reacties op conceptrapport

Een conceptversie van dit rapport (zonder beschouwing en aanbevelingen) is voorgelegd aan de betrokken partijen met als doel verificatie van feiten en wegnemen van onduidelijkheden. Het conceptrapport is voorgelegd aan:

- de gemeente Zaanstad
- de brugbedienaar
- de nabestaanden van het slachtoffer

Al deze partijen hebben gereageerd op de conceptversie van het rapport. De binnengekomen reacties zijn op de volgende manier verwerkt:

- Correcties van feitelijke onjuistheden, aanvullingen op detailniveau en redactioneel commentaar heeft de Raad (voor zover relevant) overgenomen. De betreffende tekstdelen zijn in het eindrapport aangepast. Deze reacties zijn niet afzonderlijk vermeld.
- Als de Onderzoeksraad reacties niet heeft overgenomen, wordt toegelicht waarom de Raad daartoe heeft besloten. Deze reacties en de toelichting daarop zijn opgenomen in een tabel die is te vinden op de website van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (www.onderzoeksraad.nl).

Projectteam

Het onderzoek is uitgevoerd onder leiding van:	
Prof.mr.dr. E.R. Muller	Raadslid Onderzoeksraad voor Veiligheid
Het projectteam bestond uit de volgende personen:	
ir. G.W. Medendorp	Onderzoeksmanager
ir.arch. B.M.L.D. Renier	Projectleider / onderzoeker
dr.ir. F.W. Dillema	Onderzoeker
dr. N. Smit	Adviseur Onderzoek en ontwikkeling (tot 15-08-2015)
dr. T. Poot	Adviseur Onderzoek en ontwikkeling (vanaf 15-08-2015)

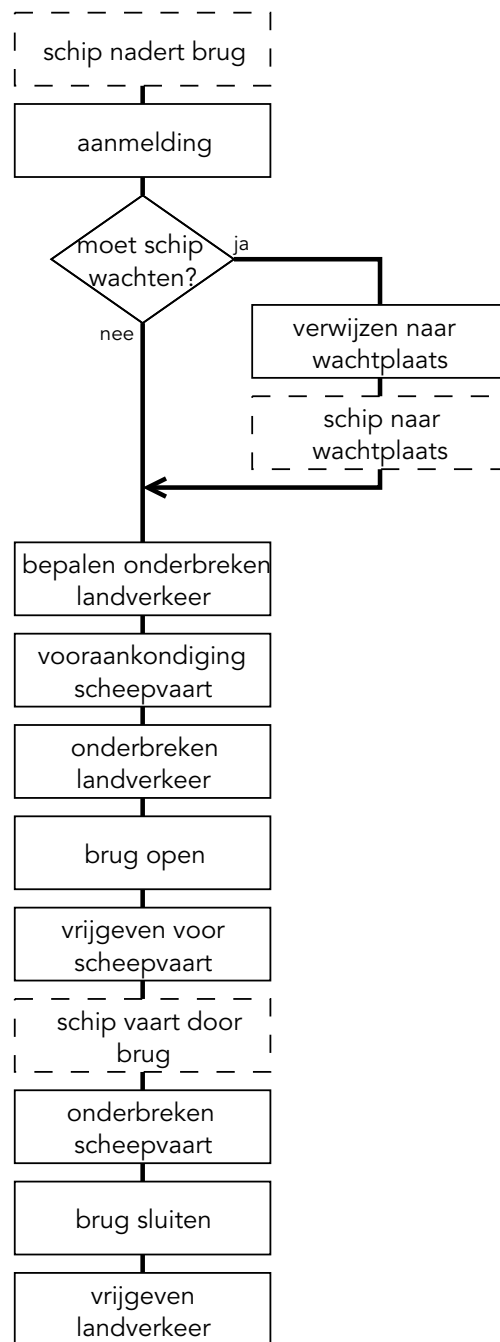
KAART MET OVERZICHT VAN DE ZANSE BRUGGEN



Figuur 8: Kaart met overzicht van Zaanse bruggen.

HET BEDIENPROCES

Onderstaand stroomschema beschrijft een brugpassage (openen en sluiten van de brug) op hoofdlijnen.



Figuur 9: Stroomschema brugpassage. (Bron: Rijkswaterstaat, Richtlijnen Vaarwegen, 2011)

HET BEDIENSYSTEEM

Een brugbedienaar start het bedienproces om de brug te openen door het commando *Stoppen landverkeer* te geven nadat hij heeft gecontroleerd dat het verkeer in staat is om de brug te ontruimen (dit is bijvoorbeeld niet mogelijk als er een file op de brug zelf staat). Hierop voert de verkeersregelininstallatie (VRI) het gehele proces om het landverkeer te stoppen automatisch uit waaronder het ontsteken van voorwaarschuwingsseinen, het ontsteken van de landverkeersseinen (de bruglichten), het laten klinken van akoestische signalen en het dalen van de slagbomen. Bij sommige bruggen kan de bedienaar de tijd tussen het ontsteken van de landverkeersseinen en het dalen van de slagbomen inkorten door het commando *Overbrugging VRI* te geven. Als de brugbedienaar dit commando geeft dan beginnen de slagbomen direct te dalen. Zonder dit commando dalen de slagbomen na verloop van tijd (40 seconden in het geval van de Den Uylbrug) automatisch zonder verdere handelingen van de bedienaar. De bedienaar kan het dalen van de bomen wel stoppen door het bedienproces te stoppen, maar voorkomen dat door rood rijdende weggebruikers tegen de slagbomen rijden wordt niet tot de verantwoordelijkheid van de brugbedienaar gerekend. De weggebruiker wordt geacht te stoppen voor het rode verkeerslicht. Als de ruimte tussen de slagbomen niet vrij is van personen en objecten dan mag de brug niet geopend worden. De brugbedienaar beoordeelt met behulp van camerabeelden of aan deze voorwaarde voldaan is, en als dat het geval is dan opent hij de brug door het commando *Openen Brug* te geven.

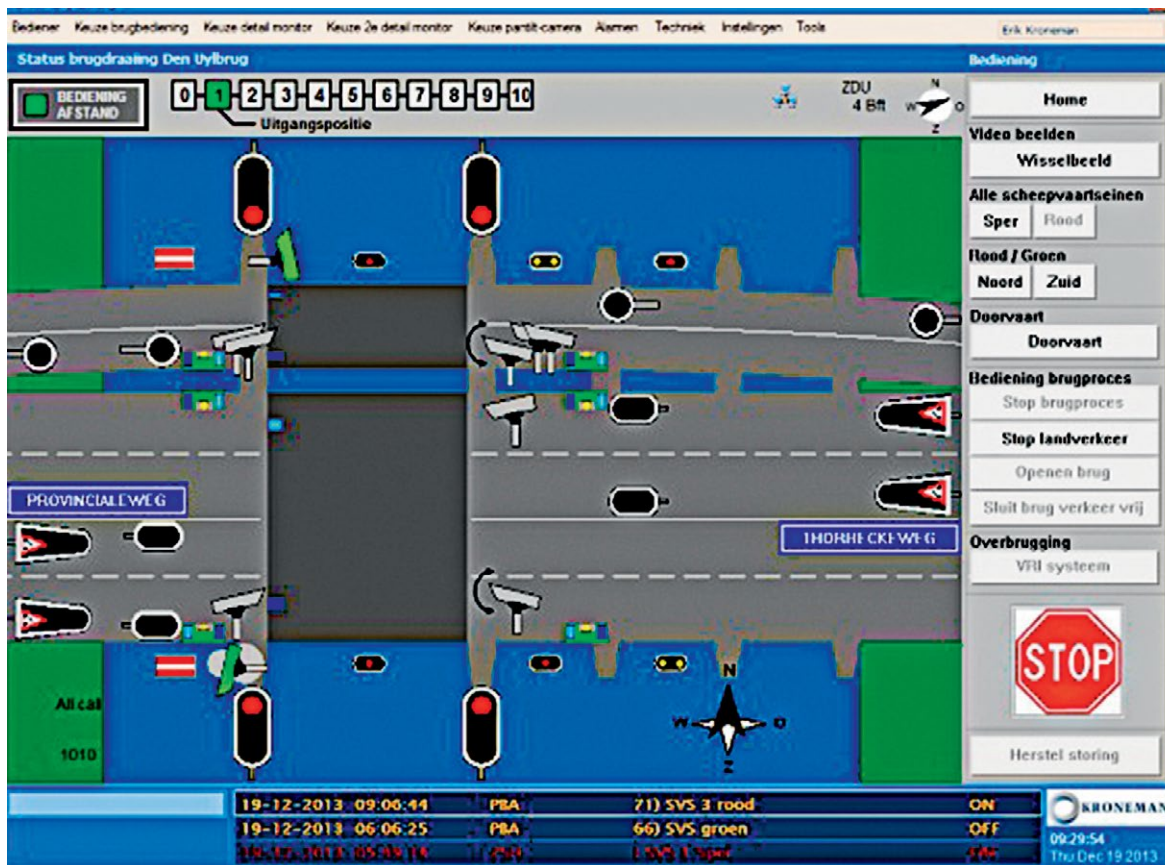
De bruggen worden bediend met een computermuis en het zogeheten SCADA³²-beeldscherm. De bedienaar gebruikt camerabeelden die op aparte beeldschermen getoond worden om te beoordelen of de brug vrij is van personen en objecten. Dit camera-systeem wordt apart beschreven in bijlage E. Het SCADA-scherm toont in beginsel een (geografisch) overzicht van de Zaanse bruggen. Uit deze bruggen kan een bedienaar een brug kiezen om te bedienen. Nadat de bedienaar een brug heeft geselecteerd wordt op het SCADA-scherm een schematische weergave getoond van deze brug, inclusief de camera's en seinen op en bij de brug. Via deze weergave van de brug en bijbehorende menu's en knoppen, kan de brugbedienaar de brug bedienen, het lopende bedienproces volgen, camerabeelden oproepen en Pan-Tilt-Zoom camera's aansturen.

³² SCADA staat voor *Supervisory Control and Data Acquisition* en omvat in dit geval de hardware en software om de bruggen te bedienen.



Figuur 10: Het SCADA-scherm met daarboven de beeldschermen met camerabeelden. (Foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Verbale communicatie tussen een brugbediener en verkeersdeelnemers vindt plaats met drie middelen: marifoon, telefoon en intercom. De marifoon wordt hoofdzakelijk gebruikt voor communicatie met de beroepsvaart, de telefoon voor communicatie met de pleziervaart en met onderhoudsmonteurs op bruggen, en de intercom wordt voornamelijk gebruikt om personen op of rond de brug op afstand toe te spreken en te instrueren (éénwegcommunicatie). De Zaan is ingedeeld in drie verschillende gebieden en elk gebied heeft een eigen marifoonkanaal. Normaliter bedient een bediener op de Centrale Post de bruggen op één van deze delen en luistert naar het bijbehorende marifoonkanaal. Niet alle marifoonoproepen zijn voor brugbedieners op de Centrale Post; de marifoon wordt ook gebruikt om te communiceren met andere medewerkers op het Havenkantoor. Een werkplek bevat een luidspreker en microfoon voor het marifoonverkeer. Daarnaast bevat elke werkplek een vaste telefoon. De Centrale Post heeft één vast telefoonnummer en als er gebeld wordt dan rinkelen de telefoons op elke werkplek. Elke bediener kan vervolgens het gesprek aannemen en eventueel doorchakelen als het bedoeld is voor een andere bediener.



Figuur 11: Schematische weergave van Den Uylbrug op SCADA-scherm met seinen en camera's.

Op de bruggen hangen luidsprekers om het landverkeer toe te kunnen spreken. Bruggen met kelders zijn voorzien van een intercom in de kelder voor communicatie tussen brugbedienaars en onderhoudsmonteurs, maar tegenwoordig gebruiken monteurs vooral hun mobiele telefoon om te communiceren met de bedienaars op de Centrale Post. De drie verschillende communicatiemiddelen zijn geen onderdeel van een geïntegreerd systeem: een bedienaar maakt geen gebruik van een enkele headset voor alle communicatie. De bedienaar heeft daarom niet te allen tijde, bijvoorbeeld tijdens een telefoongesprek, zijn handen vrij. Ook ontvangt een bedienaar oproepen, per telefoon of marifoon, die voor anderen bedoeld zijn. De bedienaar kan zich hiervoor tijdens het bedienen van een brug niet afsluiten.

HET CAMERASYSTEEM

Het beoordelen van de situatie op en bij een op afstand bestuurd brug doet de brugbediener met behulp van een camerasysteem. Het aantal camera's en de positionering van camera's op de Zaanse bruggen verschilt van elkaar, maar de camerabeelden van elke brug worden getoond aan een brugbediener op eenzelfde beeldschermopstelling. Wanneer een brug toegevoegd wordt aan de Centrale Post, dan moet voor deze brug bepaald worden hoe de beelden van de camera's op de beeldschermen van een werkplek op de Centrale Post getoond worden. Welke camerabeelden worden tijdens de verschillende bedienstappen op welke positie en welk beeldscherm getoond?

In deze bijlage beschrijven we de historische ontwikkelingen die hebben geleid tot het camerasysteem zoals dat in gebruik was voor het schouwen van de Den Uylbrug ten tijde van het onderzochte ongeval. We beschrijven eerst het oorspronkelijk ontwerp van het camerasysteem op de Centrale Post. Daarna beschrijven we hoe de vernieuwde Den Uylbrug werd toegevoegd aan dit systeem, en hoe de camerabeelden van de nieuwe fietsbrug vanaf 2012 aan bedieners op de Centrale Post getoond werden. Als laatste beschrijven we hoe het camerasysteem op de Centrale Post in 2014 werd gewijzigd, wat leidde tot het systeem zoals dat in gebruik was op het moment van het onderzochte ongeval op 6 februari 2015.

Ontwerp camerasysteem op de Centrale Post (van 2006 tot 2014)

De richtlijnen van Rijkswaterstaat³³ destijds geven aan hoeveel camera's nodig geacht werden voor een brug, namelijk twee camera's voor zicht op het brugdek, twee camera's voor zicht in de fuik onder de brug, vier camera's voor overzicht over sluiten van brug, en twee camera's voor overzicht op het water (zoom en draaibaar). In totaal tien camera's per brug. De oorspronkelijke Den Uylbrug, waar het langzame en het snelle verkeer nog gecombineerd was op één brug, was ook voorzien van tien camera's.

De inrichting van werkplekken voor bedieners van bruggen is onderzocht en onderbouwd in opdracht van Rijkswaterstaat door TNO in 1997: *Regionale bediencentrales voor bruggen en voor sluisen (Fase 1- bureaustudies)*. Dit rapport legt de basis voor de ontwerpkeuzes en de ontwerpfilosofie van Rijkswaterstaat voor werkplekken van regionale bediencentrales.³⁴ De manier waarop de camerabeelden op de Zaanse Centrale Post

³³ *Bedienen op afstand van bruggen en sluisen. Bouwstenen voor vorming en inrichting van bediencentrales*, Rijkswaterstaat, 2002.

³⁴ Waaronder *Bedienen op afstand van bruggen en sluisen. Bouwstenen voor vorming en inrichting van bediencentrales* uit 2002, en het latere *Uniform MMI ontwerp voor (centrale) bediening van beweegbare bruggen en sluisen* uit 2008.

worden getoond, komt grotendeels overeen met wat voorgesteld wordt in deze TNO studie en met wat voorgeschreven wordt door de richtlijnen van Rijkswaterstaat.

In het oorspronkelijke camerasysteem van de Centrale Post werden de camerabeelden op beeldschermen getoond die boven en naast het SCADA-scherm waren geplaatst. Een werkplek bevatte in totaal vier 19 inch beeldschermen voor het tonen van camerabeelden. Twee van de beeldschermen waren boven het SCADA-scherm geplaatst en deze stonden daarmee in het primaire aandachtsveld³⁵ van de bedienaar. We noemen deze beeldschermen voortaan de hoofdbeeldschermen. De *hoofdbeeldschermen* konden elk één camerabeeld tonen. Verder bevatte een werkplek twee beeldschermen waarop elk vier camerabeelden getoond konden worden. Deze beeldschermen werden de *kwadrantbeeldschermen* of *detailmonitoren* genoemd. Deze beeldschermen stonden ter zijde, op enige afstand, van het SCADA-scherm en buiten het primaire aandachtsveld van de bedienaar. In totaal konden op een werkplek op de Centrale Post tien camerabeelden gelijktijdig getoond worden.

Nadat op een werkplek een brug werd geselecteerd om te bedienen, kon volgens de bedieningshandleiding³⁶ de bedienaar vrijelijk kiezen welke camerabeelden op de hoofdbeeldschermen getoond werden, waarbij de wisseling van de camerabeelden steeds per twee beelden plaatsvond. In de praktijk kon de bedienaar met het commando *Wisselbeeld* slechts bepalen of het twee beelden van het wegverkeer of de twee beelden van het scheepvaartverkeer op de hoofdbeeldschermen getoond werd. De brugbedienaar kon wel vrijelijk kiezen welke beelden op een detailmonitor werden getoond. Het systeem, de SCADA-software, kon bij aanvang van een bedienstap automatisch de beelden die op dat moment als belangrijk golden op de hoofdmonitoren tonen. In de praktijk betekende dit dat:

1. bij aanvang van het bedienproces, twee beelden van de scheepvaart op de hoofdmonitoren werden getoond,
2. na aanvang van de stap *onderbreken landverkeer*, twee beelden van het wegverkeer op de hoofdmonitoren werden getoond, en
3. na aanvang van de stap *brug sluiten*, de twee beelden van de scheepvaart op de hoofdmonitoren werden getoond.

Het systeem ondersteunde dus de bedienaar door de beelden die van belang waren voor deze drie bedienstappen binnen het primaire aandachtsveld van de bedienaar te tonen.

Het camerasysteem van de vernieuwde Den Uylbrug (2012)

In 2011/2012 is de Den Uylbrug uitgebreid met een fietsbrug zodat op de oude brug vier rijbanen in plaats van twee gerealiseerd konden worden voor het wegverkeer. In de oude situatie was er sprake van één beweegbaar brugdeel met twee rijbanen voor het autoverkeer met daarnaast een fietspad en voetpad. Twee camera's stonden gericht op dit

³⁵ Het primaire aandachtsveld is het gebied binnen een hoek van 15 graden (naar links, rechts, boven en beneden) van de kijkrichting van de bedienaar, zoals gespecificeerd als het aanbevolen gebied door NEN/ISO 9355.

³⁶ *Bedieningshandleiding afstandbediening Zaanstad*, Kroneman Industriële Automatisering.

beweegbare brugdeel en deze camera's gaven een gezamenlijk beeld van wegverkeer en fietsverkeer. In de nieuwe, huidige situatie is een fietsbrug toegevoegd. In deze situatie gebruiken fietsers, voetgangers en ander langzaam verkeer de fietsbrug die vlak naast de oude brug is geplaatst. De Den Uylbrug bestaat daarom nu uit twee aparte bruggen die gelijktijdig bediend moeten worden ten behoeve van het scheepvaartverkeer.³⁷

Het probleem van het gelijktijdig bedienen van de twee bruggen, fietsbrug en autobrug, werd opgelost door de twee bruggen van de Den Uylbrug voor de bediening op afstand als één enkele brug te beschouwen. De bediening op afstand van beide bruggen werd aan elkaar gekoppeld zodat beide bruggen met dezelfde druk op de knop geopend en gesloten worden. De stappen in het bedienproces van beide bruggen kunnen op deze manier zonder noemenswaardige technische problemen geïntegreerd worden. Wat niet geïntegreerd kan worden is het waarnemen van beide bruggen; het schouwen van de autobrug en het schouwen van de fietsbrug door de brugbedienaar zijn daarom twee verschillende handelingen. Om de brug veilig te kunnen openen, zullen beide bruggen apart geschouwd moeten worden om te beoordelen of de ruimtes tussen de slagbomen op de bruggen vrij zijn van personen en objecten.

In de ontwerpspecificaties van de brug zijn zowel de autobrug als de fietsbrug uitgerust met twee vaste camera's gericht op het wegdek en één PTZ-camera (Pan-Tilt-Zoom camera). Daarnaast zijn twee vaste camera's gericht op de scheepvaart. Na oplevering van de brug oordeelden bedieners op de Centrale Post dat de camerabeelden van de fietsbrug niet voldoende waren om een veilige bediening mogelijk te maken. Het cameraplan werd daarom aangepast: op de fietsbrug werden er twee vaste *fish-eye* camera's bij geplaatst. Deze *fish-eye* camera's zijn naar beneden gericht op de ruimte tussen de slagboom en het beweegbaar brugdeel. Het zicht op de fietsbrug voldoet met de vier camera's grotendeels aan de functionele eisen die Rijkswaterstaat hiervoor heeft opgesteld.³⁸ Uitzondering hierop is de richtlijn van Rijkswaterstaat dat de bedienaar zicht moet hebben op het opengaande en het zich sluitende brugdek. Dit is maar beperkt het geval voor de Den Uylbrug; de camera's bewegen niet mee met het bewegende brugdeel en vooral het hoogste, meest risicovolle, deel is het grootste deel van de tijd dat de brug zich opent buiten beeld.

De brugbedieners achtten alle vier beelden van de fietsbrug van belang voor het goed kunnen beoordelen of de brug geopend kan worden. Maar het ontwerp van het bediensysteem op de Centrale Post staat niet toe dat meer dan twee beelden tegelijk in het primaire aandachtsveld van de bedienaar werden getoond. Er konden immers maar twee camerabeelden getoond worden op de hoofdbeeldschermen. De gemeente had, zonder grote wijzigingen aan het bediensysteem, er voor kunnen kiezen om in elk geval de twee beelden, die het brugval tonen, te selecteren om op de hoofdbeeldschermen te tonen. De gemeente heeft hier niet voor gekozen, maar koos er voor om alle vier camera-beelden van de fietsbrug te tonen op een detailmonitor buiten het primaire aandachtsveld van de bedienaar.

³⁷ Dit geldt volgens de *Richtlijnen Vaarwegen* van Rijkswaterstaat voor alle gevallen waarbij twee bruggen zo dicht bij elkaar liggen dat scheepvaartverkeer niet kan stoppen tussen de twee bruggen.

³⁸ *Kader Zicht bij bediening van beweegbare bruggen en sluisen*, Rijkswaterstaat DVS, 2012.

Het gewijzigde camerasysteem (2014)

In 2014 worden de hoofdbeeldschermen en de detailmonitoren vervangen. Hierbij worden de beeldschermen niet één-op-één vervangen maar wordt het ontwerp van de beeldschermopstelling gewijzigd. In het nieuwe ontwerp worden twee 30 inch beeldschermen gebruikt om camerabeelden aan de bedienaar te tonen. In dit ontwerp is het scherm softwarematig opgedeeld in zes posities die elk het beeld van één camera kunnen tonen. Twee van de posities, één op elk scherm, zijn gereserveerd om een camerabeeld op groot formaat centraal af te beelden. Deze posities zijn bedoeld om de beelden te tonen die voorheen op de hoofdbeeldschermen werden getoond. De overige tien posities op de schermen zijn dan voor de overige camerabeelden die voorheen op de detailmonitoren werden afgebeeld. Deze tien posities zijn kleiner in afmeting en bevinden zich rond de centrale posities.

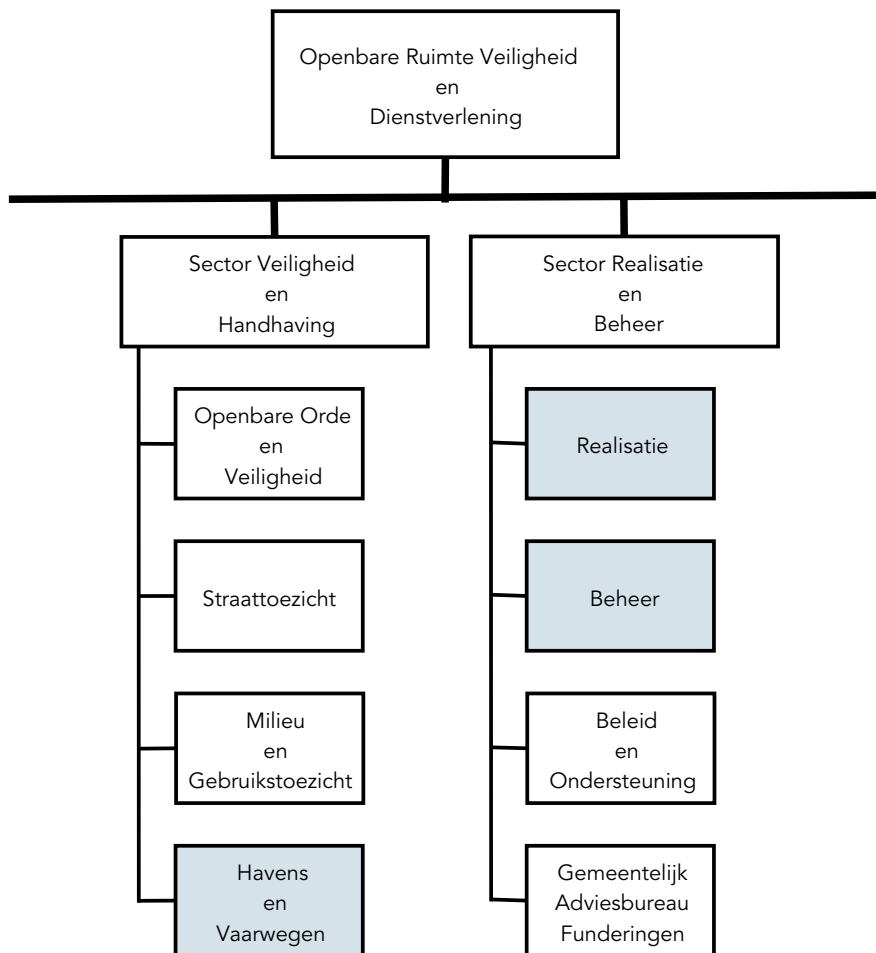


Figuur 12: Camerabeelden Den Uylbrug, februari 2015. (Foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Binnen het kader van dit ontwerp, kan er voor elke brug gekozen worden op welke positie de camerabeelden worden geplaatst. Het systeem laat toe om per bedienstap softwarematig in te stellen welke twee camerabeelden op de groot formaat posities worden getoond en waar de overige beelden gepositioneerd moeten worden. De bedienaar kan, net als in de oude situatie, zelf ook bepalen welk paar beelden op groot formaat worden getoond door het commando *Wisselbeeld* via het SCADA-scherm te geven. Dit betekent in de praktijk dat het systeem of de bedienaar bepaalt of twee camerabeelden van het wegverkeer of twee beelden van de scheepvaart op een gegeven moment op de centrale posities worden getoond. De beelden die voorheen alleen op de detailmonitoren werden afgebeeld, worden in de nieuwe situatie per brug softwarematig op vaste posities geplaatst. De beelden van de fietsbrug van de Den Uylbrug kregen vaste posities aan de linkerzijde. De bedienaar kan deze beelden niet selecteren om op de centrale posities te tonen.

BRUGBEHEER DOOR DE GEMEENTE ZAASTAD

De bruggen over de Zaan die eigendom zijn van de gemeente worden door de gemeente Zaanstad zelf beheerd en bediend. De gemeentelijke afdeling *Realisatie & Beheer* is verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud van zowel deze bruggen als van de (aanwezige apparatuur op de) Centrale Post. De afdeling *Havens & Vaarwegen* is verantwoordelijk voor de bediening van de bruggen. De brugbedienaars die werken op de Centrale Post zijn onderdeel van de afdeling *Havens & Vaarwegen*.



Figuur 13: Brugbeheer door de gemeente Zaanstad, met in kleur de hierbij betrokken afdelingen.

AKOESTISCHE SIGNALERING OP DE FIETSBRUG VAN DE DEN UYLBRUG

Deze bijlage beschrijft hoe de akoestische signalering op de fietsbrug van de Den Uylbrug tot stand is gekomen. De normen en richtlijnen geven geen eenduidig antwoord op de vraag wanneer en hoe lang akoestische signalen op de brug moeten klinken. Zo stellen de *Richtlijnen Vaarwegen* uit 2005:

“Het inschakelen van waarschuwingslichten, gevolgd door bruglichten, gaat vergezeld van een akoestisch signaal.”

Maar de *Richtlijnen Vaarwegen* uit 2011 stellen dat een akoestisch signaal pas hoeft te klinken bij het dalen van de slagbomen:

“Het inschakelen van de waarschuwingslichten wordt gevolgd door bruglichten. Bij het neerlaten van de afsluitbomen klinkt een akoestisch signaal en wordt het landverkeer onderbroken.”

De NEN-norm 6787:2003, paragraaf 7.2.3 stelt de eis:

“Voor de start van elke brugbeweging moet minimaal een akoestisch signaal worden gegeven in overeenstemming met NEN-EN 457. Hierbij moet rekening worden gehouden met de afmetingen van de brug, Het signaal moet hoorbaar zijn in alle voor gebruikers toegankelijke ruimtes, inclusief kelders. De tijdsduur van het signaal moet zijn afgestemd op de tijd die nodig is voor evacuatie uit de gevaarlijke zones.”³⁹

Afhankelijk van de specifieke kenmerken van de betreffende brug, kan het voorschrift uit *Richtlijnen Vaarwegen* uit 2005 of zelfs dat van *Richtlijnen Vaarwegen* uit 2011 aan de eis van deze NEN-norm voldoen. Maar dit is niet noodzakelijk zo. De NEN-norm specificeert aan welk doel het signaal moet behalen (evacuatie van gebruikers), en beide versies van de *Richtlijnen Vaarwegen* doen dit niet.

In het *Programma van Eisen* uit 2006 voor de fietsbrug⁴⁰ wordt de volgende eis gesteld:

“Landverkeersseinen volgens het RW voorzien van bellen en blindentikker; landverkeersseinen aan de rechterzijde van de rijbaan en aan de rechterzijde van het voet-fietspad plaatsen.”

³⁹ Een gevaarlijke zone is volgens de Machinerichtlijn elke zone in en/of rondom een machine waar de aanwezigheid van een blootgestelde persoon een gevaar voor diens veiligheid of gezondheid oplevert (zie NEN-EN 1070).

⁴⁰ Gemeente Zaanstad, *IBA Programma van Eisen ZRW fase 2*, 27 juli 2006.

Het *Programma van Eisen* bevat tevens als bijlage *Afstandbediening Bruggen Zaanstad Technisch - Programma van Eisen* uit 2004, en daarin wordt gesteld dat:

“Tijdens het proces onderbreken landverkeer klinkt in lokaal in de kelder van de brug een belsignaal ter aankondiging van de aanstaande beweging van de brug.”

In het dienstenbestek⁴¹ worden de eisen van het bestek en het *Programma van Eisen* leidend gemaakt over vigerende normen en voorschriften:

“Op het project zijn mede van toepassing wetgeving, de normbladen en normvoorschriften van de Stichting Nederlands Normalisatie Instituut en de normen en richtlijnen van de gemeente Zaanstad, zoals deze drie maanden voor de uitvoering van de betreffende onderdelen luiden en voor zover daarvan in dit dienstenbestek niet wordt afgeweken.”

Toch volgt het *Functioneel ontwerp bediening Den Uylbrug* niet het *Programma van Eisen* maar wordt gespecificeerd:

“Voorafgaande aan het aansturen van een beweging zal er een belsignaal klinken. Er is in elke afsluitboom en in de brugkelder een bel gemonteerd. Drie seconden vooraf aan het bewegen van een afsluitboom zal het belsignaal gedurende drie seconden klinken en eveneens drie seconden vooraf aan het aansturen van het brugdek zal er de bel in de kelder voor drie seconden worden aangestuurd.”

In werkelijkheid klinken op de brug alleen slagboombellen. De kelderbel op de brug is mogelijk weggelaten, omdat de fietsbrug, die is uitgevoerd als een hydraulisch aangedreven brug, geen kelderruimte heeft.

Het eindresultaat is dat de akoestische signalering van de brug voldoet aan de (beperkte) eisen van de *Richtlijnen Vaarwegen* uit 2011. Het resultaat voldoet niet aan de eisen van de *Richtlijnen Vaarwegen* uit 2005, en niet aan het *Programma van Eisen* en het *Functioneel Ontwerp* voor de fietsbrug. We stellen ook vast dat in geen van de hier genoemde documenten van gemeente en Rijkswaterstaat expliciet wordt gemaakt of het doel van de akoestische signalen is om de weggebruiker te waarschuwen voor de aanstaande opening van de brug, zoals voorgeschreven door NEN-norm 6787:2003, of dat het doel slechts is om te waarschuwen voor het gevaar van dalende slagbomen of andere bewegende delen. Er wordt dan ook niet beschreven waar de signalen aan moeten voldoen om het beoogde doel te bereiken.

⁴¹ Gemeente Zaanstad, *IBA Dienstenbestek 21-2006 ZRW fase 2*, 27 juli 2006.

**Bezoekadres**

Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag
T 070 333 70 00
F 070 333 70 77

Postadres

Postbus 95404
2509 CK Den Haag

www.onderzoeksraad.nl