

RAPPORT

Hijsongeval Lochem

Den Haag | februari 2026



Onderzoeksraad
voor Veiligheid

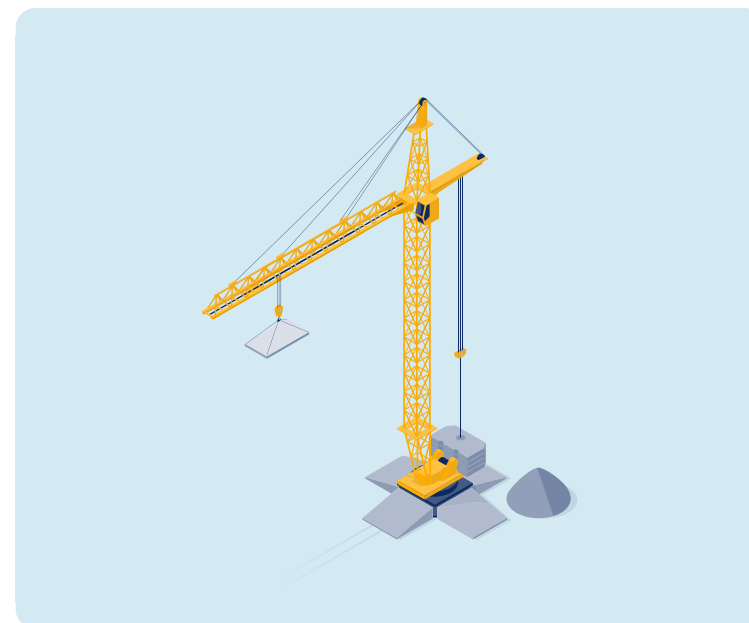


De Onderzoeksraad voor Veiligheid

Als zich een ongeval of ramp voordoet, onderzoekt de Onderzoeksraad voor Veiligheid hoe dat heeft kunnen gebeuren. We doen onderzoek met als doel daar lessen uit te trekken. Zo dragen we bij aan het verbeteren van de veiligheid van Nederland.

De OVV is onafhankelijk en besluit zelf welke voorvallen worden onderzocht. Daarbij richten we ons 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 OVV verplicht onderzoek te doen. De onderzoeken richten zich nadrukkelijk niet op vragen rond schuld of aansprakelijkheid.

Op grond van artikel 69 van de Rijkswet Ovv is het niet toegestaan dit rapport te gebruiken in procedures (strafrechtelijk, civielrechtelijk, tuchtrechtelijk, bestuurlijk en disciplinair).



N.B. Dit rapport wordt in het Nederlands gepubliceerd, met de samenvatting, beschouwing en aanbevelingen in het Engels. Bestaan er interpretatieverschillen tussen het Nederlandse rapport en de Engelse samenvatting, beschouwing en aanbevelingen? Dan is het Nederlandse rapport leidend.

Inhoud

Samenvatting	4
Beschouwing	7
Aanbevelingen	10
Lijst van afkortingen	12

1. Inleiding	14
1.1 Aanleiding	14
1.2 Doel, afbakening en vraagstelling	14
1.3 Onderzoeksaanpak	15
1.4 Referentiekader	16
1.5 De betrokken partijen	16
1.6 Leeswijzer	17

2. Het ongeval	18
2.1 Bouw Nettelhorsterbrug	18
2.2 De hijsoperatie en val van het boogbeen	21
2.3 Verklaring voor kantelen boogbeen	30
2.4 Stabiliteit in de aansturing van het hijswerk	32
2.5 Acties van de partijen na het voorval	33

3. Analyse voorbereiding	36
3.1 Stabiliteit van de hijslast	36
3.2 Werken op kwetsbare posities nabij een hijslast	40

4. Conclusies	44
----------------------	-----------

5. Aanbevelingen	46
-------------------------	-----------

Bijlage A Onderzoeksverantwoording	48
Bijlage B Reacties op conceptrapport	55
Bijlage C Referentiekader	56
Bijlage D Stabiliteit van een last	61
Bijlage E Tijdlijn voorbereiding	66
Bijlage F Hijsplan	75
Bijlage G Risicoaanpak bouwproject	78
Bijlage H Onderzoek adviesbureau	87

Coverfoto's bronnen

Linksboven: *Onderzoeksraad voor Veiligheid*

Rechtsboven: *ANP / Vincent Jannink*

Onder: *getuige*

Samenvatting

In Lochem werd in februari 2024 gebouwd aan de Nettelhorsterbrug, een nieuwe brug over het Twentekanaal. Daarvoor zetten een staalbouwer en een hijsbedrijf de boogbrug in elkaar op de bouwplaats naast het kanaal. Op woensdag 21 februari 2024 viel een deel van de boog tijdens het hijsen uit de kranen. Dat boogbeen verwoestte in zijn val het platform van de montagetoren, waarop vier werknemers stonden, waarvan er twee overleden en twee gewond raakten.

Het boogbeen werd met twee mobiele telescoopkranen gehesen om het te kunnen monteren. Een kant van het boogbeen moest boven op de montagetoren komen en de andere kant op het brugdek. De kant die op de toren moest komen werd daarvoor veel verder omhoog gehesen dan de andere kant. Toen het boogbeen bijna in positie was kantelde het en scheurde het hijssoog aan de torenzijde af. Die kant van het boogbeen viel en nam het platform van de montagetoren mee in zijn val. Vervolgens bezweek de ophanging aan de andere zijde van het boogbeen zodat ook de andere kant van het boogbeen viel.

De Nettelhorsterbrug is onderdeel van een groter bouwproject van de provincie Gelderland. De hoofdaannemer won de aanbesteding met zijn projectvoorstel, waarvan het brugontwerp samen met de staalbouwer en een architect was gemaakt. Voor de bouw van de grotendeels stalen brug spraken de hoofdaannemer en staalbouwer af dat de staalbouwer verantwoordelijk was voor productie, montage en plaatsing. Voor

delen van dat werk huurde de staalbouwer twee andere bedrijven in. Een ingenieurbureau maakte de constructieberekeningen en -tekeningen en een hijsbedrijf verzorgde de voorbereiding en uitvoering van de hijswerkzaamheden en het latere invaren van de brug. De hoofdaannemer verzorgde het funderingswerk, de bouwplaats voor montage en de afbouw van de brug.

Onderzoeksvragen en aanpak

De volgende drie onderzoeksvragen staan centraal in dit onderzoek:

1. Welke factoren in de voorbereiding en in de uitvoering maakten dat het boogdeel tijdens het hijsen op 21 februari 2024 uit de kranen viel?
2. Hoe kon het gebeuren dat er mensen op kwetsbare posities nabij de hijslast werkten?
3. Welke lessen zijn naar aanleiding van dit voorval te leren voor het vergroten van veiligheid bij hijsactiviteiten?

Om deze vragen te beantwoorden heeft de Onderzoeksraad de toedracht in kaart gebracht. Het ongeval en de voorbereiding van de hijswerkzaamheden door de betrokken partijen zijn geanalyseerd. Het bouwproject rondom de hijsactiviteit is ook gereconstrueerd voor zover relevant voor het voorval. Bijzondere aandacht is daarbij besteed aan de risicobeheersing. Hierbij is onder meer gebruik gemaakt van informatie van de ongevalslocatie, interviews, documenten van betrokken partijen

en analyses van een ingehuurd adviesbureau. Verder is ook gekeken hoe andere hijsbedrijven complexe hijswerkzaamheden voorbereiden.

De Onderzoeksraad heeft zijn analyse hoofdzakelijk op de voorbereiding van de werkzaamheden gericht. De uitvoering van de hijsoperatie verliep namelijk volgens plan, er waren geen afwijkende manoeuvres van de kranen en het boogbeen heeft ook geen ander object aangestoten.

De Onderzoeksraad acht het zeer aannemelijk dat het boogbeen toen het bijna in de eindstand was, kantelde doordat de stabiliteitsmarge te klein werd.

Stabiliteit van de hijslast

De stabiliteitsmarge (de weerstand tegen kantelen) van een last is belangrijk; voor een veilige uitvoering van een hijsoperatie moet deze voldoende groot zijn. Het boogbeen van de brug in Lochem had met de gebruikte hijsconfiguratie een beperkte stabiliteitsmarge doordat de drie hijsogen onder het zwaartepunt van het boogbeen waren geplaatst. Deze stabiliteitsmarge werd gedurende de hijsoperatie kleiner doordat het boogbeen naar de montagestand werd gehesen, waarbij het ene uiteinde van het boogbeen veel hoger werd gehesen dan het andere. De Onderzoeksraad acht het zeer aannemelijk dat het boogbeen toen het bijna in de eindstand was, kantelde doordat de stabiliteitsmarge te klein werd. Zeer waarschijnlijk waren kleine bewegingen van het boogbeen op dat moment genoeg om het boogbeen te laten kantelen.

In de week voorafgaand aan het ongeval zijn de boogbenen verschillende keren gehesen, maar dat leverde geen signalen van beperkte stabiliteit op. Twee keer is een boogbeen in een testhijs gedeeltelijk in de montagestand gebracht om te zien of het in de hoek hing die nodig was voor montage. Beide keren is de oriëntatie van het boogbeen gecorrigeerd door de ophanging (*rigging*) van het boogbeen aan te passen. Daarnaast is twee dagen voor het ongeval een ander boogbeen gekanteld doordat het de grond raakte toen het uit het transportschip werd gehesen. Dat had dus niet dezelfde oorzaak als het kantelen op 21 februari en had ook kunnen gebeuren als het boogbeen een grotere stabiliteitsmarge had gehad.

De hijsconfiguratie van het boogbeen werd door de staalbouwer, zijn ingenieursbureau en het hijsbedrijf samen uitgewerkt, want zij waren verantwoordelijk voor de sterkte en productie/levering van de verschillende onderdelen daarvan. Het hijsbedrijf was eindverantwoordelijk voor de gehele voorbereiding van het hijsen, inclusief de vastlegging in werkplannen. Het hijsbedrijf zag de stabiliteitsmarge van de hijsconfiguratie als verantwoordelijkheid van de staalbouwer. Betrokkenen van het hijsbedrijf en van de staalbouwer hadden vertrouwen in elkaar en zagen geen aanleiding om de stabiliteit zelf te toetsen of er bij de ander naar te vragen. Bij de staalbouwer was instabiliteit niet als risico naar voren gekomen in de risicobeheersing, die hoofdzakelijk gericht was op de productkwaliteit. Ook de hoofdaannemer heeft niet op instabiliteit gelet, mede omdat die niet uit de gezamenlijke risicobeheersing naar voren kwam. De expertise en ervaring van de staalbouwer en het hijsbedrijf gaven de hoofdaannemer vertrouwen en hij voelde daarmee niet de behoefte om deze partijen uitgebreider te controleren.

Veel hijsbedrijven maken gebruik van de richtlijn voor mobiele kranen van de Nederlandse branchevereniging VVT. Deze beschrijft stabiliteit van een hijslast beknopt en bevat beperkt handvatten voor het bepalen van stabiliteitsmarges. Voor een uitgebreidere beschrijving was waarschijnlijk tot nu toe geen aanleiding.

Mensen op een constructie die bezwijkt door de val van de hijslast

Het analyseren en beheersen van risico's voor personen betrokken bij montagewerk draagt bij aan hun veiligheid. Tijdens de montage en het hijsen van het boogbeen waren vier personen aan het werk op het platform van de montagetoren. Door de val van het boogbeen bezweek het platform waarop ze stonden, wat bepalend was voor de ernst van de gevolgen van de val.

Tijdens de montage en het hijsen van het boogbeen waren vier personen aan het werk op het platform van de montagetoren.

De staalbouwer die verantwoordelijk was voor de montage zag in de ontwerpfase in dit geval geen aanleiding voor het projectspecifiek uitwerken van de veiligheidsrisico's. Hij paste zijn gebruikelijke werkwijze voor montage toe en dacht dat deze veilig genoeg was voor zijn werknemers. Zo kon de montage plaatsvinden zonder dat er naar alternatieven voor de werkwijze of specifieke beschermingsmaatregelen voor de betrokken personen was gekeken.

Het hijsbedrijf zag de meerwaarde van projectspecifieke risicobeheersing voor zijn werknemers die betrokken waren bij het hijsen- en monteren ook niet in. Het bedrijf zag geen aanleiding om in de voorbereiding de staalbouwer te vragen naar de montagewijze en bijbehorende risico's. Daarnaast gaat ook de wet- en regelgeving voor hijsen nauwelijks in op het monteren van hijslasten.

Een hoofdaannemer die werkplannen van onderaannemers kritisch toetst op risicobeheersing draagt ook bij aan een veilige uitvoering van het werk. De hoofdaannemer heeft dat voor de montage niet gedaan, omdat hij geen montageplan beoordeeld heeft. Hij had geen montageplan ontvangen en verwachtte het ook niet. In een eerder stadium zag de hoofdaannemer geen aanleiding om te zorgen voor een projectspecifieke uitwerking van de werkzaamheden, risico's en beheersmaatregelen voor montage.

Leerpunten

De bouwpartijen hadden veel vertrouwen in elkaars expertise, waardoor de *checks and balances* die nodig waren geweest om een dergelijk voorval te voorkomen niet voldoende zijn toegepast. Mede hierdoor zijn twee cruciale aspecten in de voorbereiding niet of te algemeen aan bod gekomen: de berekening van de stabiliteitsmarge van de last en risico's voor personen die zich op kwetsbare posities nabij de last bevonden.

Beschouwing

De Onderzoeksraad realiseert zich dat de bouw een sector is waarin mensen hard werken en omgaan met inherente gevaren. Bij het beheersen van die gevaren worden dagelijks keuzes gemaakt; welke activiteiten worden in detail uitgewerkt en welke niet, welke beheersmaatregelen worden wel en welke niet genomen. In de meerderheid van de gevallen gaat dit goed. Routine en vertrouwen zijn daarin belangrijke krachten, maar ze kunnen ook tot kwetsbaarheden leiden. Ze kunnen gezond wantrouwen naar de veiligheid van activiteiten belemmeren, zoals uit dit onderzoek duidelijk wordt.

Stabiliteit en mensen op kwetsbare posities

In dit onderzoek zijn een aantal zaken in de voorbereiding van het project naar voren gekomen die de Raad zorgelijk vindt. Zo zien we een 'blinde vlek' op het gebied van stabiliteit. Die zien we niet alleen bij dit hijsbedrijf, maar breder binnen de hijssector en ook in de brancherichtlijn. Opvallend is dat de hijssector met het gebruik van gecertificeerd hijsmateriaal en -materieel een grote zorgvuldigheid kent op andere vlakken in het voorkomen van het vallen van een last. De sector zou zich met die toewijding en zorgvuldigheid ook moeten richten op het risico van kantelen. Idealiter zou hij dat ook doen voor hijsoperaties waarbij kranen verhuurd worden en waarbij de rol van hijsbedrijven in de voorbereiding beperkt is.

Ook voor het veilig houden van werknemers op de werkplek zien wij ruimte voor verbetering bij de verschillende betrokken partijen. De projectspecifieke risico's voor de personen betrokken bij het hijsen en monteren waren voor dit project niet uitgewerkt. Alleen de generieke gevaren waren beheerst met elementen uit de algemene Risico-Inventarisatie en -Evaluaties (RI&E's). Het werk gebeurde met zoveel routine en ervaring dat de betrokken partijen het niet nodig vonden om projectspecifieke risico's uit te werken. Vertrouwen is echter geen betrouwbare vervanger voor een risico-inventarisatie.

Stabiliteit en de risico's voor personen zouden tijdens de voorbereiding moeten worden uitgewerkt en gecheckt door de andere betrokken partijen. In dit geval maakte de grote mate van vertrouwen en routine dat de onderaannemers elkaar voor deze bouwactiviteiten niet bevroegen. Dat deden zij ook niet in het proces van gezamenlijke risicobeheersing, waar de hoofdaannemer de regie over had. Hierdoor bleven de projectspecifieke gevaren, die in omvang aanzienlijk groter kunnen zijn dan alledaagse gevaren zoals struikelen en vallen, onbeheerst.

Verantwoordelijkheid en eigenaarschap

Als het hebben van een verantwoordelijkheid niet tegelijkertijd leidt tot het nemen van eigenaarschap vormt dat een gevaar voor de risicobeheersing. Bij het hier beschreven bouwproject waren de verantwoordelijkheden op papier duidelijk belegd, maar werd de

risicobeheersing niet adequaat ingevuld. Ook dit kwam voort uit het werken vanuit routines, ervaring en onderling vertrouwen.

De Onderzoeksraad is van mening dat een reflectie op het belang van de montage-operatie voor het project als geheel, inclusief de praktische en financiële risico's ervan, tot de conclusie had geleid dat meer risicobeheersing noodzakelijk was dan alleen vertrouwen op elkaars expertise.

Wij denken dat de bouw veiliger wordt wanneer de bouwpartijen samen zorgen voor complete én actuele risicodossiers.

Rode Draad

Dat deze problematiek al langer een rol speelt in de bouwsector blijkt uit eerdere onderzoeken die de Raad heeft gedaan naar aanleiding van ongevallen in de bouw. Zo was ook bij de instorting van de Grolsch Veste in 2011 sprake van (onjuiste) onderlinge aannames en vertrouwen tussen de hoofdaannemer en de staalbouwer en was de coördinatie van en controle op de bouwwerkzaamheden ontoereikend. Het onderzoek naar het hijsongeval in Alphen aan den Rijn in 2015 legde bloot dat de deelnemers in de bouwcombinatie zich niet hadden vergewist van de deugdelijkheid van het hijsplan; het ontbrak aan systemische en integrale risicobeheersing. Wij denken dat de bouw veiliger wordt wanneer de bouwpartijen samen zorgen voor complete én actuele risicodossiers.

Denkfout in de economische afweging

Afwegingen binnen de bouwsector worden – geheel begrijpelijk – gemaakt met inachtneming van economisch gewin, bij de inzet van risicobeheersing gebeurt dit impliciet. De baten van minder beheersing zijn misschien enigszins inzichtelijk, maar de kosten in de vorm van een verhoogd risico en de gevolgen ervan zijn dat niet. Beperkte risicobeheersing kan daarmee deels voortkomen uit een denkfout: directe baten zijn concreet, terwijl de kosten van toekomstige incidenten vaak hypothetisch en lastig in te schatten blijven. Directe kostenbesparingen op de korte termijn hebben dan de voorkeur boven het beheersen van onzekere, maar potentieel omvangrijke risico's in de toekomst.

Dit ongeval toont aan dat de uiteindelijke kosten van een calamiteit – in termen van maatschappelijke impact, reputatie en financieel verlies – groot zijn. Voor een fundamenteel veiligere bouwsector zouden deze langetermijnkosten moeten worden meegewogen bij het bepalen van de benodigde risicobeheersing, ten minste bij de overgangen tussen de bouwfases. Hoofdaannemers kunnen dat ook meenemen in de selectie en beoordeling van onderaannemers. Opdrachtgevers kunnen het concurrentienadeel van deze andere weging wegnemen door betere beheersing van projectspecifieke risico's van alle aanbestedingskandidaten te eisen en daar gedurende de uitvoering van het project op toe te zien.

Voor een fundamenteel veiligere bouwsector zouden deze langetermijncosten moeten worden meegewogen bij het bepalen van de benodigde risicobeheersing, ten minste bij de overgangen tussen de bouwfases.

Leren

Het ongeval in Lochem heeft in latere bouwprojecten tot aanpassingen geleid in de beoordeling van hijs- en montageplannen. De Onderzoeksraad is zich bewust van deze ontwikkelingen. Tegelijkertijd zorgen deze er niet per se voor dat de sector bredere lessen leert van dit voorval en betekent deze nieuwe aanpak niet dat andere projectspecifieke risico's anders worden aangepakt. Wij constateren dat de veiligheid van de bouw belang heeft bij een compleet, actueel én breed doorleefd risicodossier. De bouwsector – inclusief de hijssector – kan daarbij leren van andere sectoren, zoals de offshore en de luchtvaart, waar veiligheid vanuit het systemische niveau – via wetgeving en sturende opdrachtgevers – is verankerd. Aanpassingen in de brancherichtlijnen achten wij hiertoe noodzakelijk.

Aanbevelingen

Stabiliteit

Het voorval heeft zich voor kunnen doen doordat de last – het boogbeen van de brug – met de gekozen hijsconfiguratie onvoldoende stabiliteitsmarge had voor deze hijsoperatie en kon kantelen. De stabiliteitsmarge van een hijslast hangt vooral af van de manier waarop hij aan een kraan wordt bevestigd. Hijsbedrijven moeten daarom voor hijsconfiguraties met voldoende stabiliteitsmarge zorgen, in ieder geval bij hijsoperaties waarin zij wettelijk verantwoordelijk zijn voor de voorbereiding.¹ Zij hebben dan baat bij een brancherichtlijn die hen daarbij ondersteunt. Daartoe doet de Onderzoeksraad de volgende aanbevelingen:

Aan Aertssen Group NV:

1. Zorg voor hijsconfiguraties met voldoende stabiliteitsmarge van de hijslast in de voorbereiding van hijsoperaties. Neem de stabiliteitsanalyse van hijslasten op in de voorbereidingsprocessen van hijsoperaties en leid medewerkers daarvoor op.

Aan de Vereniging Verticaal Transport:

2. Herzien de brancherichtlijn voor mobiele kranen om hijsbedrijven in de voorbereiding van hijsoperaties te helpen met de beoordeling van de stabiliteit van een hijslast. Voeg aan de richtlijn praktische stappen toe voor het toetsen van de stabiliteit van hijslasten en voor het vergroten van de stabiliteitsmarge.
3. Deel de herziene brancherichtlijn met de Belgische branchevereniging VBKV.

Hijslasten moeten altijd voldoende stabiliteitsmarge hebben, ook als de huurder van de kraan verantwoordelijk is voor de voorbereiding en niet het hijsbedrijf. Daarom doet de Onderzoeksraad ook de volgende aanbeveling:

Aan de Vereniging Verticaal Transport:

4. Ondersteun hijsbedrijven bij het beheersen van het risico op instabiliteit bij hijsoperaties die met bemand kraanverhuur worden uitgevoerd.

¹ De Arbowet onderscheidt twee soorten hijsoperaties met verschillende verantwoordelijkheidsverdelingen. Als een hijsbedrijf een kraan (bemand) verhuurt is de huurder verantwoordelijk voor de veiligheid, terwijl een hijsbedrijf zelf verantwoordelijk is als deze het hijsen als project uitvoert.

Risico's voor personen

De val van het boogbeen heeft geleid tot twee doden en twee gewonden. Als bedrijven risico's voor personen die op kwetsbare posities nabij een last werken evalueren en beheersen, draagt dat bij aan veiliger werken. Daartoe doet de Raad de volgende aanbeveling:

Aan Aelterman BV en aan Aertssen Group NV:

5. Bereid hijs- en montagewerkzaamheden zo voor dat er geen personen nabij een hijslast hoeven te werken en als ze dat wel moeten, zorg dan voor beheersmaatregelen om het risico te verkleinen.

Om hijsbedrijven beter in staat te stellen risico's voor personen betrokken bij hijsoperaties te herkennen en te analyseren en dat met opdrachtgevers te kunnen bespreken, hebben zij baat bij een brancherichtlijn met praktische beheersmaatregelen voor het monteren van hijslasten en andere werkzaamheden waarbij mensen op kwetsbare posities werken. Daartoe doet de Raad de volgende aanbeveling:

Aan Vereniging Verticaal Transport:

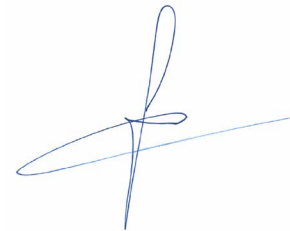
6. Herzie de brancherichtlijn voor mobiele kranen om hijsbedrijven in de voorbereiding van hijs- en montagewerkzaamheden te helpen zorgen dat er geen personen nabij een hijslast hoeven te werken en, als personen dat wel moeten, dat ze kunnen zorgen voor beheersmaatregelen die het risico verkleinen. En neem dit mee in de ontwikkeling van de vierde arbocatalogus verticaal transport.
7. Deel de herziene brancherichtlijn met de Belgische branchevereniging VBKV.

Risicobeheersing

De hoofdaannemer heeft een grote rol en verantwoordelijkheid in de risicobeheersing. Uit het onderzoek bleek dat verschillende partijen de meerwaarde niet zagen van projectspecifieke risicobeheersing voor het hijs- en montagewerk. Het ontbreken daarvan werd niet opgemerkt, want voor de bouw van de brug – als deelproject – ontbrak onderlinge controle hierop en in de systematiek voor gezamenlijke risicobeheersing van de hoofdaannemer kwam de montage van de brug niet aan bod. Daartoe doen wij de volgende aanbeveling:

Aan BAM Infra BV:

8. Laat projectteams voor elk deelproject de projectspecifieke veiligheidsrisico's van de uitvoering inventariseren. Laat onderaannemers bijdragen aan deze analyses.



mr. C.J.L. van Dam MPM
voorzitter



mr. C.A.J.F. Verheij
secretaris-directeur

Lijst van afkortingen

Afkortingen	Omschrijving
PRI&E	Project Risico-Inventarisatie en -Evaluatie
RI&E	Risico-Inventarisatie & -Evaluatie
RISMAN	Risico Managementmethode
SEVT	Stichting Educatie Verticaal Transportbranche
TCVT	Stichting Toezicht Certificatie Verticaal Transport
TRA	Taak Risico Analyse
V&G	Veiligheid en Gezondheid
VBKV	Vereniging van Belgische kraanverhuurders
VGM	Veiligheid, Gezondheid en Milieu
VVT	Vereniging Verticaal Transport

Begrippen	Omschrijving
<i>Gate review</i>	Een <i>gate review</i> is een interne toets van een project, waarin collega's die niet direct betrokken zijn beoordelen of de projectorganisatie <i>in control</i> is en adviseren of het project wel of niet door kan naar de volgende fase.
Hijsconfiguratie	Het geheel van de hijslast en zijn verbinding met de haken van de kranen, daaronder vallen de last, eventuele hijsogen (aantal en positie) en de <i>rigging</i> .
Hijsoog	Een hijsoog is tijdelijk of permanent onderdeel van een object voor bevestiging aan een hijskraan. Vaak in de vorm van een ring of flens met cirkelvormig gat waar onderdelen van de <i>rigging</i> aan bevestigd kunnen worden.
Hijsplan	Het hijsplan is een verzameling documenten met informatie over de uitvoering van een hijsactiviteit. Het hijsplan kan informatie bevatten over de last, de hijsgereedschappen, de kraan en omgevingsfactoren zoals de ondergrond. Veel voorkomende onderdelen zijn een opstelplan en hijstekening. Ook een Taak Risico Analyse (TRA) kan onderdeel zijn van een hijsplan.
<i>Method Statement</i>	Een <i>Method Statement</i> is een werkbeschrijving. Het is een document dat stapsgewijs beschrijft hoe een specifieke taak veilig en conform regelgeving moet worden uitgevoerd.
<i>Rigging</i>	<i>Rigging</i> is een veelgebruikte benaming voor het geheel aan kabels, kettingen, (harp)sluitingen en spreidbalken waarmee een last aan de hijshaak van een kraan is bevestigd.
Seingever	Seingever en uitwijzer zijn benamingen voor een persoon die besturingsinstructies geeft aan een kraanmachinist.
<i>Spreader</i>	<i>Spreader</i> , spreidbalk, hijsboom, hijsjuk, evenaar of traverse zijn termen voor een soort hijsgereedschap: een stalen balk, die aan de haak van de kraan hangt en waaronder de last hangt. Een <i>spreader</i> maakt onderdeel uit van de <i>rigging</i> en heeft tot doel de last om de krachten over de last op de gewenste wijze te verdelen, bijvoorbeeld om schade aan de last te voorkomen of om de last in een bepaalde stand te hijsen.

Begrippen	Omschrijving
Stabiliteit	Vermogen van een object of systeem om in een evenwichtsstand te blijven en weerstand te bieden aan verstoringen. In dit rapport gaat het om het vermogen van de hijslast om met de gebruikte hijsconfiguratie zijn oriëntatie te behouden. Bepalend daarvoor is of de hijslast terugkeert naar de gewenste oriëntatie als een verstoring voor een verandering van de oriëntatie heeft gezorgd.
Stabiliteitsberekening	Berekening die inzicht geeft in de stabiliteit van een object of systeem. De berekening kan handmatig of met de computer uitgevoerd zijn en afhankelijk van de gekozen berekeningsmethode verschillen in complexiteit.
Taak Risico Analyse (TRA)	Methodiek/instrument om risico's van een risicovolle taak te analyseren, classificeren en evalueren met als doel risico's op te sporen en op te heffen, te verminderen of beheersen.
<i>Toolboxmeeting</i>	Een <i>toolboxmeeting</i> is een korte presentatie over een bepaald veiligheidsonderwerp. Het doel ervan is om de veiligheid te bevorderen binnen een bedrijf. De <i>toolboxmeeting</i> is bestemd voor leidinggevenden, uitvoerend personeel en derden. Bij een <i>toolboxmeeting</i> komen meestal één of twee onderwerpen aan de orde.
Zwaartepunt	Het zwaartepunt is een natuurkundige eigenschap van een object. Het is het punt dat zich in alle drie dimensies in het midden bevindt wat gewicht betreft, ongeacht de oriëntatie van het object. Het zwaartepunt van een object kan berekend worden op basis van zijn materieelverdeling. In eenvoudige natuurkundige analyses wordt vaak aangenomen dat het zwaartepunt de plek is waar de zwaartekracht op het object werkt.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In Lochem werd vanaf de zomer van 2023 gebouwd aan een nieuwe brug voor over het Twentekanaal. Op de bouwlocatie naast het kanaal zetten het hijsbedrijf en de staalbouwer de brug in delen in elkaar. Op woensdag 21 februari 2024 viel tijdens het hijsen een brugdeel uit de kranen. Een werknemer van het hijsbedrijf en een werknemer van de staalbouwer kwamen daarbij om het leven. Van de twee andere werknemers van de staalbouwer raakte één gewond en de ander zwaargewond.

Op 5 maart 2024 besloot de Onderzoeksraad voor Veiligheid het voorval te onderzoeken. Daarvoor bestonden toen verschillende redenen. Allereerst vindt de Onderzoeksraad dat werknemers in de bouw mogen verwachten dat zij tijdens hun werkzaamheden veilig zijn. Daarnaast heeft de Onderzoeksraad eerder een hijsongeval² onderzocht, waarvan de bevindingen en lessen mogelijke gelijknissen zouden kunnen vertonen met dit voorval.

De Nederlandse Arbeidsinspectie legde na het ongeval de bouw van de brug stil. Met instemming van de inspectie zijn de hijswerkzaamheden in december 2024 alsnog uitgevoerd met een andere hijsmethode. De inspectie doet onder leiding van het Openbaar Ministerie onderzoek naar de werkwijze van verschillende betrokken partijen voor mogelijke strafrechtelijke vervolging. Dat onderzoek is niet gericht op het delen van lessen. Een onderzoek van de Onderzoeksraad heeft meerwaarde omdat

wij zoeken naar structurele veiligheidstekorten en daaruit lessen en aanbevelingen afleiden en verspreiden.

1.2 Doel, afbakening en vraagstelling

Het doel van dit onderzoek is om partijen betrokken bij bouw- en hijswerkzaamheden de mogelijkheid te bieden te leren van dit voorval en om vergelijkbare voorvallen in de toekomst te voorkomen. In de loop van het onderzoek heeft de Onderzoeksraad ervoor gekozen de lessen in de voorbereiding van het hijs- en montagewerk te zoeken. In het bijzonder is gekeken naar de omgang van de bouwpartijen met de stabiliteit van de hijslast en met de risico's voor personen die op kwetsbare posities nabij de last werkten.

De Onderzoeksraad heeft gewerkt met de volgende onderzoeksvragen:

1. Welke factoren in de voorbereiding en in de uitvoering maakten dat het boogdeel tijdens het hijsen op 21 februari 2024 uit de kranen viel?
2. Hoe kon het gebeuren dat er mensen op kwetsbare posities nabij de hijslast werkten?
3. Welke lessen zijn naar aanleiding van dit voorval te leren voor het vergroten van veiligheid bij hijsactiviteiten?

² Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Hijsongeval Alphen aan den Rijn*, juni 2016.

De bouw van de Nettelhorsterbrug maakt deel uit van een groter project; desondanks richt dit onderzoek zich uitsluitend op de bouw van de brug, met name op processen, systemen, interactie en samenwerking tussen de hoofdaannemer, de brugbouwer en het hijsbedrijf. Hoewel de provincie Gelderland als publieke opdrachtgever een rol heeft in de veiligheid tijdens en na de bouw van de brug, richt het onderzoek zich enkel op de uitvoerende partijen. Voor het betrekken van de rol van de opdrachtgever in dit onderzoek, had de Raad een grotere capaciteit moeten aanspreken en was er meer tijd nodig geweest. Omdat er binnen de genoemde afbakening voldoende lessen voor de bouwsector konden worden opgehaald, heeft de Raad ervoor gekozen om de rol van de opdrachtgever in dit onderzoek buiten beschouwing te laten.

In bijlage A (Onderzoeksverantwoording) gaan we uitgebreider in op de afbakening van het onderzoek.

1.3 Onderzoeksaanpak

Op woensdag 21 februari 2024 meldde de Veiligheidsregio Noord- en Oost-Gelderland in de media: 'Op de Goorseweg in Lochem is een deel van een brug in aanbouw ingestort. Hulpdiensten zijn aanwezig om slachtoffers die bekneld zitten te bevrijden.'³ Dit was voor de Onderzoeksraad aanleiding om contact te leggen met de politie en de Nederlandse Arbeidsinspectie. Op grond van de ernst van het incident besloot de Onderzoeksraad ter plaatse te gaan voor een eerste opname van de ongevalslocatie en voor het leggen van contacten met betrokken partijen.

De Onderzoeksraad heeft beeldmateriaal van de ongevalslocatie verzameld. We hebben relevante documentatie en e-mails opgevraagd bij de betrokken partijen. Ook hebben we ruim dertig interviews en gesprekken gehouden met direct en indirect betrokkenen en deskundigen. Gedurende het onderzoek heeft de Onderzoeksraad een adviesbureau ingehuurd voor de beoordeling van de hijsplannen en voor stabiliteitsberekeningen van het gevallen boogbeen.

Aan de hand van alle verzamelde informatie uit de interviews en andere gesprekken, documentatie, beeldmateriaal en de rapportage van het adviesbureau is de hijsactiviteit en de voorbereiding ervan gereconstrueerd met een tijdlijn. Het bouwproject rondom de hijsactiviteit is ook gereconstrueerd voor zover relevant voor het voorval. Bijzondere aandacht is daarbij besteed aan de risicobeheersing. De verschillende factoren die een rol hebben gespeeld bij het ongeval zijn geanalyseerd met behulp van de TRIPOD-methode. Met de STAMP-methode is het systeem van het borgen van de (arbeids-)veiligheid in de ontwerpfase geanalyseerd. Om een indruk te krijgen hoe de werkwijze en kijk van het betrokken hijsbedrijf zich verhoudt tot die van andere hijsbedrijven zijn *Learning Team*-sessies gehouden.

De sterkte van de onderdelen van de montagetoren en de sterkte van de hijsogen en het hijsmateriaal komen in dit rapport niet aan bod, omdat die onderdelen redelijkerwijs niet bestand hoeven te zijn tegen de belastingen die voortkomen uit kanteling van een hijslast.

³ Veiligheidsregio Noord- en Oost-Gelderland, bericht op X, 21 februari 2024, <https://x.com/VNOGregio/status/1760252208870740376>

In bijlage A (Onderzoeksverantwoording) gaan we uitgebreider in op de ongevalsanalyse (TRIPOD), de systeemanalyse (STAMP) en de *Learning Team*-sessies.

1.4 Referentiekader

In het referentiekader beschrijven we de uitgangspunten die de Onderzoeksraad bij het onderzoek hanteerde om de veiligheidsaanpak te beoordelen. Daarin beschrijven we wat redelijkerwijs noodzakelijk geacht mag worden om veiligheidsrisico's bij werkzaamheden zoals in dit rapport beschreven te beheersen. Deze paragraaf bevat een korte weergave van het referentiekader, het volledige kader is opgenomen in bijlage C.

Centraal staat dat werken op een bouwplaats zo veilig mogelijk dient te zijn. Aan die veiligheid zitten tijdens hijsoperaties twee kanten. Aan de ene kant moet de hijsoperatie zelf zo goed mogelijk zijn voorbereid en worden uitgevoerd; daarvoor is het hijsbedrijf hoofdzakelijk verantwoordelijk⁴. Daarnaast moeten risico's als gevolg van het hijsen worden beheerst voor mensen die in de nabijheid van de hijslast werken. Daarin spelen de hoofdaannemer en de opdrachtgever van het hijswerk een rol.

Het referentiekader bevat onder meer de volgende elementen:

- Voor het veilig uitvoeren van een hijsoperatie dienen de betrokken partijen te zorgen voor voldoende stabiliteit⁵ van de hijslast. Wij verwachten dat deze stabiliteit aan bod komt

in bijvoorbeeld procedures of plannen en dat partijen hebben afgestemd en vastgelegd wie deze opstelt en checkt.

- Voor het veilig werken in het valbereik van een hijslast dienen de risico's voor die personen beheerst te zijn. Wij verwachten dat bij risicovolle hijsoperaties de risico's voor mensen die in het valbereik werken vooraf zijn geïnventariseerd, geëvalueerd en samen met de beheersmaatregelen zijn vastgelegd in uitvoerings- of montageplannen en dat de toepassing in de praktijk wordt geverifieerd.
- Dat partijen een verantwoordelijkheid hebben in gezamenlijk veiligheidsmanagement. Zeker wanneer verschillende partijen tegelijk op een bouwplaats werken, verwachten we dat ze onderling over veiligheidsaspecten communiceren en elkaar controleren wanneer de risico's daarom vragen.

1.5 De betrokken partijen

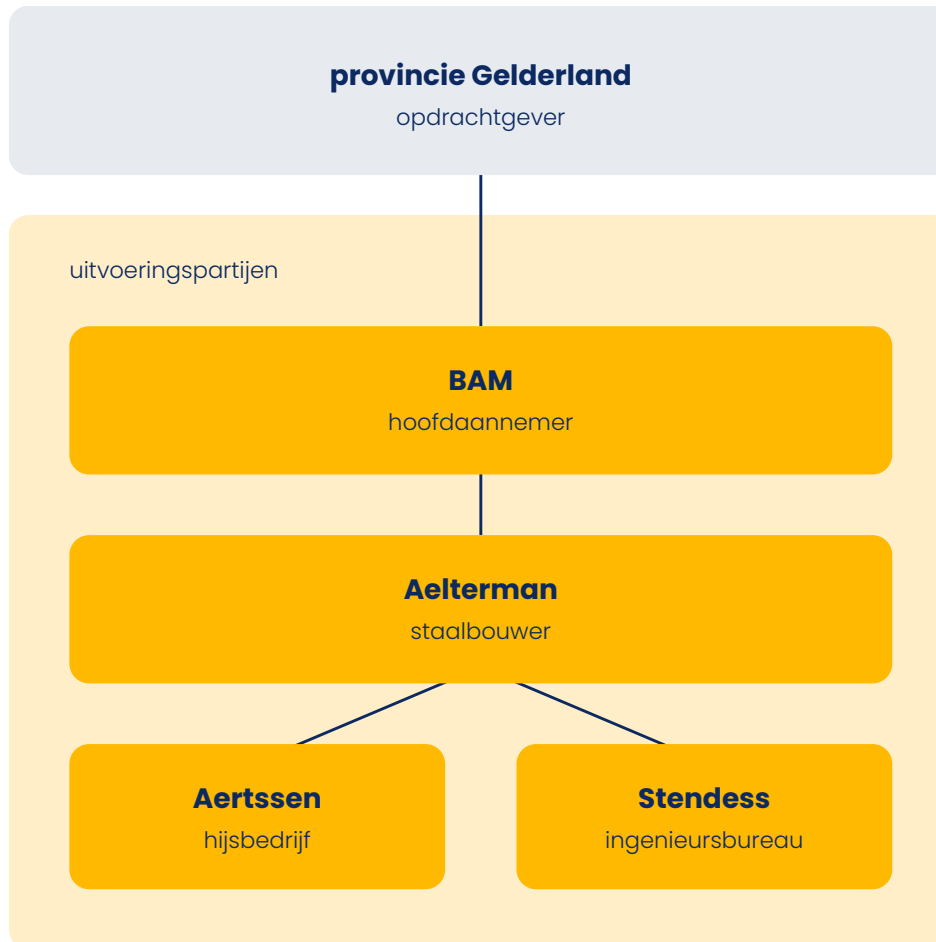
De bouw van de boogbrug is onderdeel van een groter project om een nieuw stuk van de provinciale weg N346 bij Lochem aan te leggen.⁶ De opdrachtgever van dat project is de provincie Gelderland. De hoofdaannemer BAM Infra B.V. en de Belgische aannemer Aelterman B.V. (staalbouwer) wonnen in 2022 samen de aanbesteding met hun voorstel inclusief brugontwerp⁷. De hoofdaannemer en staalbouwer spraken voor de brug af dat de staalbouwer verantwoordelijk was voor het constructieve ontwerp, de bouw, het vervoer en de plaatsing, De hoofdaannemer droeg zorg voor het inrichten van de bouwlocatie, de fundatie van de brug en de uitvoering van het betongedeelte van het brugdek.

⁴ Bij hijsoperaties die hijsbedrijven als project uitvoeren voor opdrachtgevers, zoals bij dit voorval het geval was.

⁵ In dit rapport wordt met stabiliteit bedoeld: het vermogen van een object of systeem om in een evenwichtsstand te blijven en weerstand te bieden aan verstoringen. Bij hijsen is dat het vermogen van de hijslast om met de gebruikte hijsconfiguratie zijn oriëntatie te behouden. Bepalend daarvoor is of de hijslast terugkeert naar de gewenste oriëntatie als een verstoring voor een verandering van de oriëntatie heeft gezorgd.

⁶ Project N346 Schakel Achterhoek-A1

⁷ Ontwerp van architectenbureau wUrck, <https://www.wurck.nl/nieuwsberichten/de-sterkste-schakel/> [laatst geraadpleegd 7 april 2025].



Figuur 1. Schematische weergave van betrokken partijen bij de bouw van de brug (bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid).

De staalbouwer huurde voor delen van zijn werk twee eveneens Belgische bedrijven in.⁸ Ingenieursbureau Stendess N.V. maakte de constructieberekeningen en -tekeningen en hijsbedrijf Aertssen Kranen N.V. verzorgde de hijswerkzaamheden en het invaren van de brug.

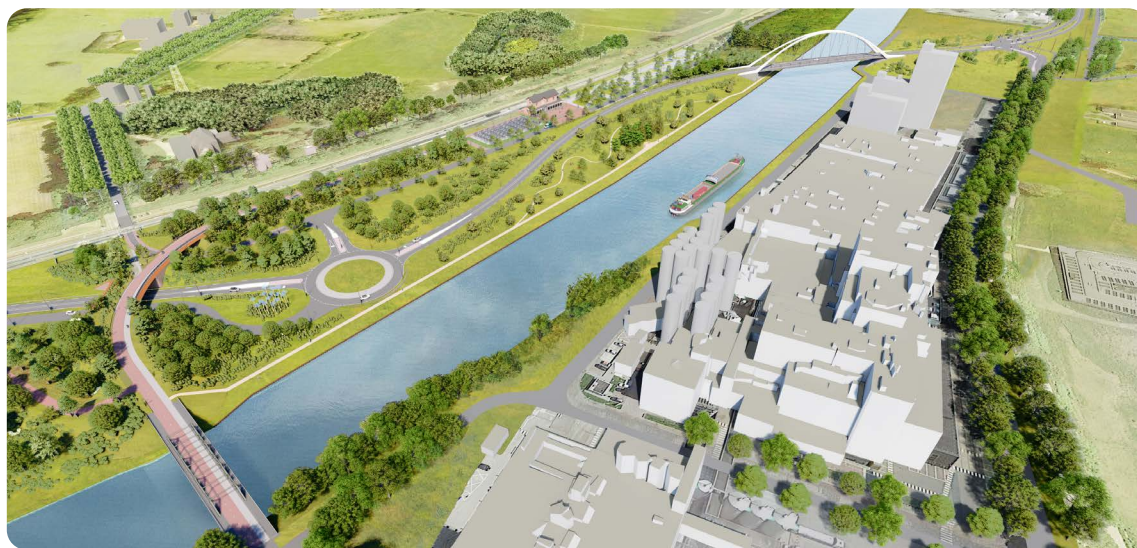
1.6 Leeswijzer

Dit rapport is opgedeeld in vijf hoofdstukken. Na dit inleidende hoofdstuk beschrijven wij in hoofdstuk 2 de hijsoperatie, de kanteling en val van het boogbeen en verklaren we de kanteling. Hoofdstuk 3 bevat de analyse van de bijdragen van de hoofdaannemer, de staalbouwer en het hijsbedrijf aan het voorval en wat zij achteraf gezien anders hadden kunnen doen. Hoofdstuk 4 bevat de conclusies en in hoofdstuk 5 staan de aanbevelingen.

⁸ Deze Belgische bedrijven mogen in Nederland werkzaamheden verrichten. De staalbouwer moet ervoor zorgen dat de brug aan de Nederlandse eisen voldoet. Nederland en België erkennen elkaars certificering van kranen, hijsmiddelen en kraanmachinisten.

2 Het ongeval

Dit hoofdstuk begint met een beschrijving van de bouw van de Nettelhorsterbrug over het Twentekanaal in Lochem als deel van een groter project in paragraaf 2.1. In paragraaf 2.2 beschrijven we de toedracht van dit ongeval. Paragraaf 2.3 gaat in op de oorzaak van de kanteling en de relatie van de oorzaak met de uitvoering van de hijsoperatie. Vervolgens beschrijven we in paragraaf 2.4 de rol van stabiliteit in de voorbereiding van het werk. Tot slot beschrijven we in paragraaf 2.5 de acties die de betrokken partijen genomen hebben na het ongeval. Het hoofdstuk wordt afgesloten met conclusies.



Figuur 2: Impressie van projectdeel rondom het station van Lochem (linkeroever) met achteraan de Nettelhorsterbrug (bron: hoofdaannemer).

2.1 Bouw Nettelhorsterbrug

Nieuwe brug voor verbinding provinciale wegen

De provincie Gelderland is als opdrachtgever bezig de verbinding tussen de Achterhoek, de Stedendriehoek Apeldoorn, Deventer en Zutphen, en de snelweg A1 te verbeteren. Hiervoor laat de provincie bij Lochem een nieuwe weg aanleggen die twee provinciale wegen verbindt. Het project bestaat onder andere uit diverse autowegen, fietspaden, kruispunten, bruggen en groenvoorzieningen. De grootste brug binnen dit project is de Nettelhorsterbrug over het Twentekanaal in Lochem. Figuur 2 geeft een indruk van het winnende projectontwerp van de hoofdaannemer, inclusief de Nettelhorsterbrug.

De Nettelhorsterbrug bestaat uit een brugdek dat is opgehangen aan twee bogen die naar elkaar toe leunen en elkaar in het midden bijna raken, zie figuur 3. De twee bogen hebben een ruitvormige dwarsdoorsnede. De brug is bijna 140 meter lang, 25 meter hoog en 12,5 meter breed.



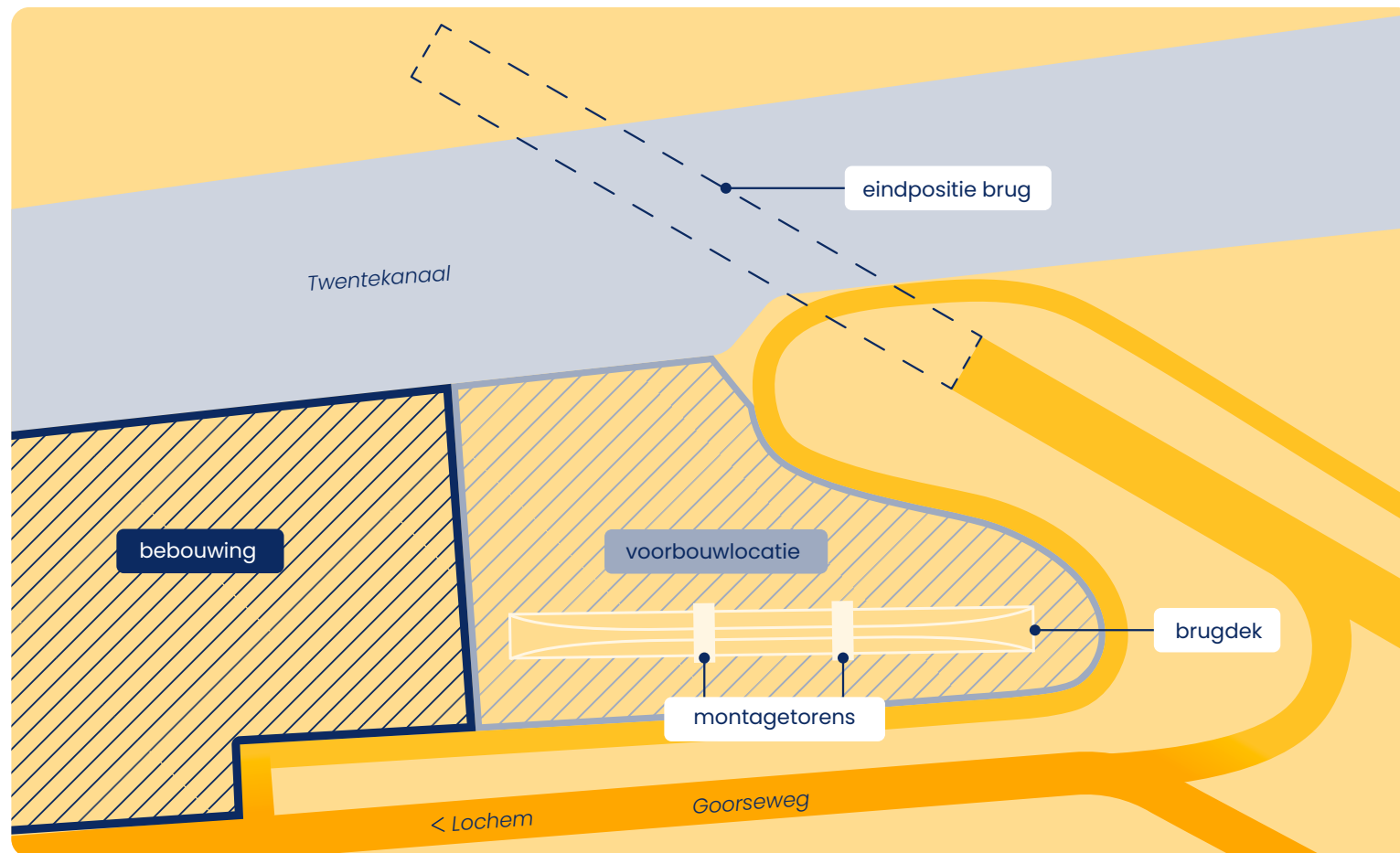
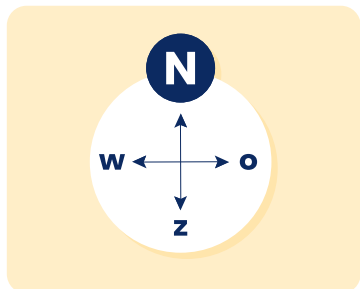
Figuur 3. Impressie van de Nettelhorsterbrug (bron: hoofdaannemer).

Opbouw van de brug

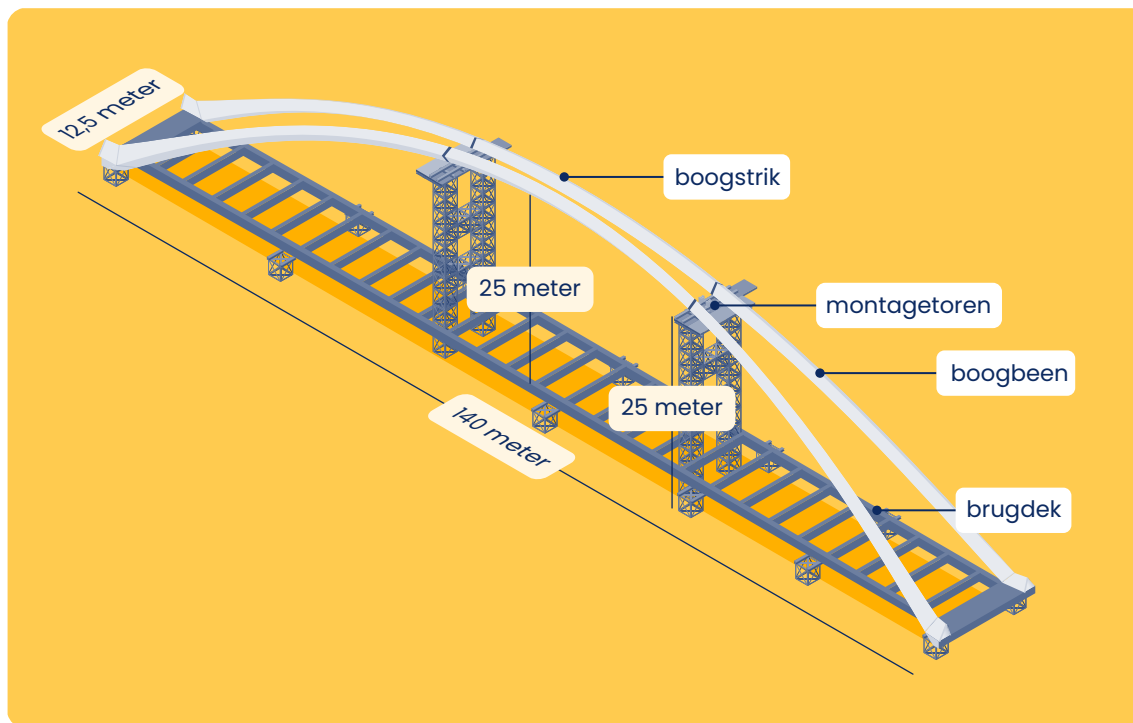
De brug werd door de staalbouwer in Gent (België) in meerdere losse delen geproduceerd. Deze delen, zoals het brugdek en boogdelen, zijn vervolgens per schip of ponton naar de zogenoemde voorbouwlocatie in Lochem gevaren. De voorbouwlocatie is een afgeschermd stuk van de bouwplaats dat de staalbouwer ter beschikking had gekregen van de hoofdaannemer voor het monteren van de brug. Zij ligt tussen het Twentekanaal en de Goorseweg, vlak bij de definitieve plaats van de brug, zie figuur 4.

De staalbouwer heeft elke boog opgedeeld in drie delen: twee boogbenen en voor beide bogen een gemeenschappelijke boogstrik waarin de vier boogbenen samenkomen, zie figuur 5. Elk boogbeen⁹ heeft een lengte van 51 meter¹⁰ en een massa van ongeveer 135 ton¹¹. De gehele brug zoals door de staalbouwer gemaakt weegt ongeveer 1.300 ton.

-
- 9** De boogbenen hebben een ruitvormige dwarsdoorsnede die aan de zijde van het brugdek uitwaaiert. De boogbenen zijn holle kokers met verstijvingsschotten opgebouwd uit staalplaten van dikten variërend tussen de 40 en 75 millimeter. Het zijn torsiestijve onderdelen die in gebruikssituatie vooral op druk worden belast. Hoofdaannemer, Memo, Aantoning van kwaliteit Boogbeen B10-15 (BB3) n.a.v. 19-02-2024, februari 2024.
- 10** Lengte: 51,0 meter, breedte: 1,8 meter en hoogte: 2,8 meter.
- 11** Voor de berekeningen werd gebruik gemaakt 137 ton, dit is inclusief een marge van 5% voor lassen en coating.



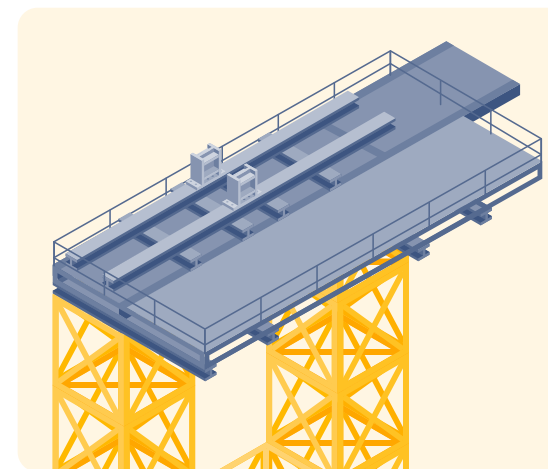
Figuur 4: Schematische weergave van de voorbouwlocatie in Lochem. Op de voorbouwlocatie werden de boogdelen op het brugdek gemonteerd. Gemarkeerd zijn onder andere het Twentekanaal en de eindpositie van de brug (bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid).



Figuur 5: Schematische weergave van de brug tijdens montage (bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid).

Om de boogdelen in Lochem te kunnen verbinden gebruikte de staalbouwer twee montagetorens, ook weergegeven in figuur 5. De montagetorens waren 25 meter¹² hoog en hadden boven een constructie voor het ondersteunen van de boogbenen en boogstrik. Daaromheen zat een platform waarop monteurs konden assisteren bij het neer- en vastzetten van de boogdelen en waarop lassers later de delen aan elkaar konden lassen, zie figuur 6. Het plan was om eerst de boogbenen en daarna de boogstrik op de torens te plaatsen.

¹² Staalbouwer, UO KWI Kanaalbrug, montage – boogtorens, N346-TEK-CO-UO-KWIS-5411, januari 2024.



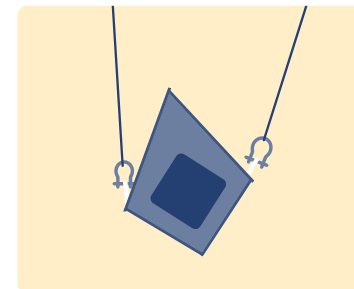
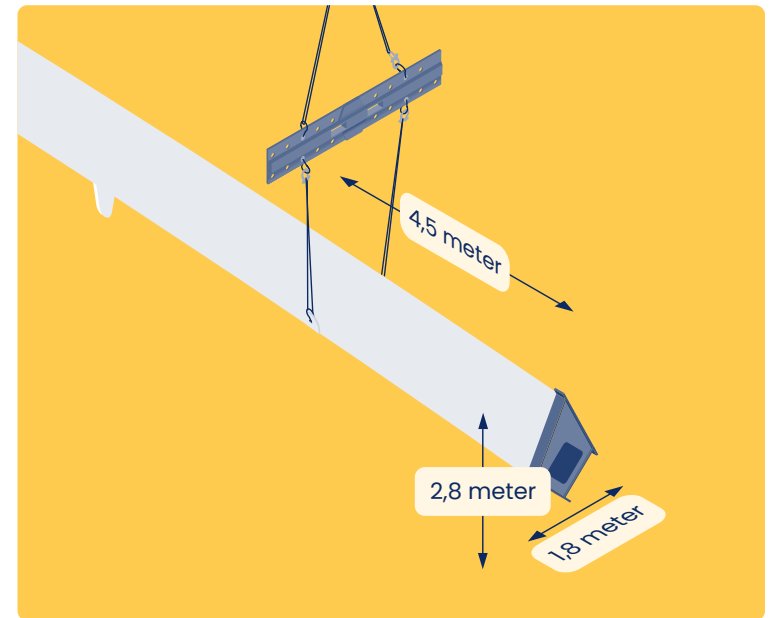
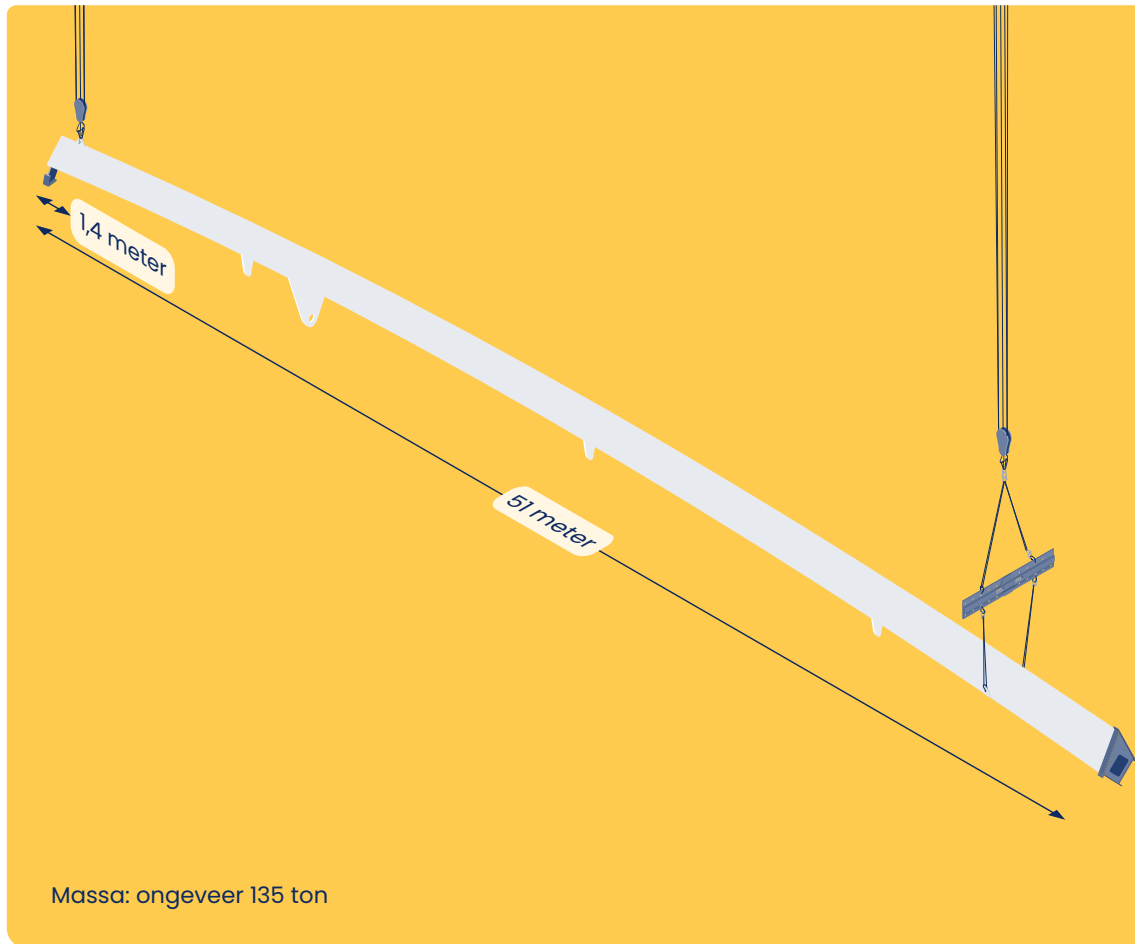
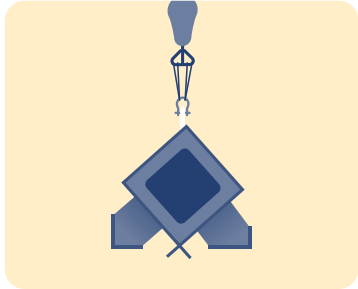
Figuur 6: Schematische weergave van het platform op de montagetoren (bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid).

2.2 De hijsoperatie en val van het boogbeen

In deze paragraaf beschrijven we de toedracht van het ongeval dat op woensdag 21 februari 2024 gebeurde bij het plaatsen van het eerste boogbeen. We beschrijven de belangrijkste momenten van de dag, van de laatste voorbereidingen tot en met de wijze waarop het boogbeen is gekanteld en gevallen. In paragraaf 2.3 verklaren we het kantelen.

Laatste voorbereidingen en hijsconfiguratie

Op dinsdag 20 februari 2024 waren twee mobiele kranen opgesteld naast het brugdek om op woensdag te beginnen met het plaatsen van twee boogbenen. Ter hoogte van de montagetoren stond een kraan met een capaciteit van 750 ton en bij het begin van het brugdek stond een kraan met een hijsvermogen van 700 ton, zie figuur 9. Het eerste boogbeen was naast deze kranen neergezet, aan de kanaalzijde.



Figuur 7: Schematische weergave van het boogbeen met rigging (bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid).



Figuur 8: Foto van een boogbeen op de kade bij de fabriek van de staalbouwer in Gent. In het midden van de boog zijn twee transportzadels zichtbaar, daar ligt de boog in tijdens transport. Aan het verre eind van het boogbeen zijn de twee roestkleurige steunvoeten zichtbaar. Aan de voorzijde zijn de vier tijdelijke flenzen voor montage aan het brugdek zichtbaar. De montage zou gebeuren met koppelplaten, waarvan er een aantal zichtbaar is (rood) (bron: hijsbedrijf).

Om het boogbeen te kunnen hijsen was de volgende hijsconfiguratie ontwikkeld. Het boogbeen was in de fabriek voorzien van drie hijsogen. Een enkel hijssoog aan de boogtop, die op de montagetoren geplaatst zou worden en twee hijsogen aan

de boogvoet, die aan het brugdek gemonteerd zou worden.

Het enkele hijssoog aan de boogtop zat boven op de ruitvorm en hing recht onder de kraanhaak via twee staalkabels¹³, zie figuur 7. De twee hijsogen bij de boogvoet zaten op het breedste punt van de ruitvorm aan het boogbeen vast en stonden naar buiten gericht. De ophanging aan de kraanhaak van die twee hijsogen gebeurde ook in een ruitvorm via een *spreader*¹⁴. Vanuit elk hijssoog ging een staalkabel naar de onderzijde van de *spreader*. Vanaf de bovenzijde van de *spreader* gingen weer twee staalkabels naar de kraanhaak. Ook dat is weergegeven in figuur 7. Het materiaal dat de hijsogen van het boogbeen met de kraanhaak verbindt heet de *rigging*¹⁵. Met hijsconfiguratie bedoelt de Onderzoeksraad het boogbeen inclusief de hijsogen en de *rigging*.

Om het boogbeen op de montagetoren te kunnen zetten was het aan de boogtop voorzien van twee tijdelijke steunvoeten, zie figuur 8. Die waren onderdeel van het boogbeen en zouden later verwijderd worden.

Startwerkvergadering en start uitvoering

Op woensdag 21 februari 2024 startte het plaatsen van de boogbenen met de zogenoemde startwerkvergadering¹⁶ (bijlage E.6) met achttien aanwezigen van de staalbouwer en het hijsbedrijf. Deze instructie¹⁷ werd gegeven door het hoofd projecten van de staalbouwer.

¹³ Twee staalkabels (grommers), verbonden met het hijssoog door een harpsluiting.

¹⁴ *Spreader*, spreidbalk, hijsboom, hijsjuk, evenaar of traverse zijn termen voor een hijsgereedschap: een stalen balk, die hangt aan de haak van de kraan en waaronder de last hangt. De *spreader* maakt onderdeel uit van de *rigging* en heeft tot doel om de krachten over de last op de gewenste wijze te verdelen, bijvoorbeeld om schade aan de last te voorkomen of om de last in een bepaalde stand te hijsen.

¹⁵ *Rigging* is een veelgebruikte benaming voor het geheel aan kabels, kettingen, (harp)sluitingen en spreidbalken waarmee een last aan de hijshaak van een kraan is bevestigd.

¹⁶ Staalbouwer, *Formulier toolboxmeeting, startwerkvergadering 21/02/2024, Brug Lochem, inhijzen boogbenen + boogstrik brug Lochem, februari 2024.*

¹⁷ De startwerkvergadering van het hijsbedrijf was aangepast na het kantelen van een boogbeen op maandag 19 februari 2024. Dit boogbeen kantelde tijdens het lossen, toen het boogbeen de grond raakte. In bijlage E.5 gaan we hier nader op in.

Het eerste deel van de instructie ging over het plaatsen van de boogbenen en de boogstrik. Onderdeel daarvan was het in stappen uitvoeren van een testhijs naast de brug naar plaatsingshoogte. Als de testhijs zou slagen, kon gestart worden met het manoeuvreren van het boogbeen naar de plaatsingspositie.

Het tweede deel van de instructie ging over veiligheid en omvatte onder meer het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen. Het hoofd projecten gaf aan dat alleen personen die rechtstreeks bij de hijsoperatie betrokken waren op de voorbouwlocatie aanwezig mochten zijn en dat niemand zich tijdens het hijsen onder de last mocht begeven. In de praktijk moesten binnen de hekken van de voorbouwlocatie niet-betrokken personen uit de buurt van de brug blijven¹⁸ en personen die wel betrokken waren zo lang mogelijk uit de buurt van de last blijven.

Rond 08.00 uur waren de twee kranen gereed om het eerste boogbeen op te pakken, zie figuur 9. De uitvoering begon met het optillen van het boogbeen en het controleren van de stand. Hiervoor was een waterpas in een steunvoet gelegd. Na een detailaanpassing¹⁹ van de *rigging* werd het boogbeen losgemaakt van de tijdelijke ondersteuning.



Figuur 9. Illustratie van hijsopstelling bij de start van de werkzaamheden (bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid).

Testhijs

Rond 08.45 uur startte de testhijs waarmee de stand van het boogbeen in de montagestand werd gecontroleerd. De testhijs werd in stappen uitgevoerd. Eerst werd het boogbeen aan de zijde van de montage toren enkele meters²⁰ omhoog gehesen. Daarbij zagen de aanwezigen²¹ dat het boogbeen niet in de juiste hoek²² hing voor bevestiging aan het brugdek. Het boogbeen werd teruggelegd in de transportadels en bij de boogvoet werd de

¹⁸ Binnen de voorbouwlocatie was er voor de aanwezigen geen gebied afgezet of zones aangegeven die wezen op bepaalde risico's van de hijsoperatie. Tijdens het kantelen van het boogbeen stonden meerdere werknemers van de staalbouwer en het hijsbedrijf nabij de kop van het brugdek aan de zijde waar het boogbeen geplaatst werd.

¹⁹ Bij het enkele hijssoog was in de harpsluiting een bus geplaatst om het verschuiven van het hijssoog in de harpsluiting te voorkomen. Omdat het boogbeen scheef hing, was deze bus in de harpsluiting verplaatst naar de andere zijde van het hijssoog. In figuur 16 is de positie van de bus na aanpassing te zien, dit betekent dat de bus aan de buitenzijde van het hijssoog in de harpsluiting was geplaatst.

²⁰ Op basis van de data uit de kraan: circa 6,5 meter

²¹ Uit gesprekken komt het beeld dat bij deze testhijs aanwezig waren: de montageleider, hoofd projecten en de werfleider van de staalbouwer en de projectmanager van het hijsbedrijf.

²² De afwijking bedroeg enkele graden.

In positie brengen en personen op de montagetoren

Na de testhijs startte het manoeuvreren van het boogbeen om het boogbeen boven het brugdek te brengen. Dat begon omstreeks 10.05 uur. Eerst werd de boogvoet van het boogbeen tussen de kranen door bewogen en vervolgens de boogtop.

Omstreeks 10.45 uur gingen de werfleider van de staalbouwer en de seingever²⁶ van het hijsbedrijf naar het montageplatform op de montagetoren om de hijsoperatie voor de boogtop vanaf de montagetoren te kunnen begeleiden. Ze hadden daarmee gewacht totdat hun aanwezigheid als noodzakelijk²⁷ werd gezien. Omstreeks 10.50 uur was het boogbeen boven het brugdek gebracht en startte het in positie brengen tot boven de afzetplaats op de montagetoren. Omstreeks 11.00 uur kwamen twee monteurs van de staalbouwer naar het montageplatform.



Figuur 12: Illustratie van de hijsopstelling waarbij het boogbeen boven de afzetplek op de montagetoren hing en gestart werd met het laten zakken van het boogbeen naar het brugdek. Op dat moment stonden vier personen op het montageplatform op de montagetoren (bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid).

-
- 26** Seingever en uitwijzer zijn benamingen voor een persoon die besturingsinstructies geeft aan een kraanmachinist. In dit geval vervulde de *rigger* van de kraan aan de torenzijde die taak.
- 27** Voor de plaatsing van het boogbeen was het nodig om zicht te hebben op positie van het boogbeen ten opzichte van alle objecten in de nabijheid, waaronder het aflegpunt op de montagetoren. Daarom zijn de werfleider van de staalbouwer en de seingever van de kraan aan de torenzijde de montagetoren op gegaan nadat het boogbeen tussen de kranen door was gemanoeuvreerd. Voor deze hijsoperatie was het aanstoten van andere objecten als aandachtspunt benoemd in de startvergadering aan het begin van de dag, mede omdat twee dagen eerder daardoor een ander boogbeen was gekanteld. Zie bijlage E.5 voor een beschrijving van de kanteling twee dagen eerder.



Figuur 13: Foto vanaf het montageplatform, waarbij de steunvoeten in positie werden gebracht. Op het montageplatform waren vulstukken aanwezig om het boogbeen op de gewenste hoogte te plaatsen (bron: staalbouwer).

Kantelen en vallen

Zoals besproken tijdens de startwerkvergadering werd de boogtop tot vlak boven de afzetplaats op de montagestoren gebracht, zie figuur 13. In deze positie moest de boogtop blijven hangen, zodat de andere kraanmachinist de boogvoet langzaam verder naar het brugdek liet zakken. Daar zouden monteurs het boogbeen aan het brugdek bevestigen.²⁸ Toen de boogvoet enkele meters²⁹ was gezakt en bijna in positie was gebracht om gemonteerd te worden, zie figuur 14, begon het boogbeen te kantelen.

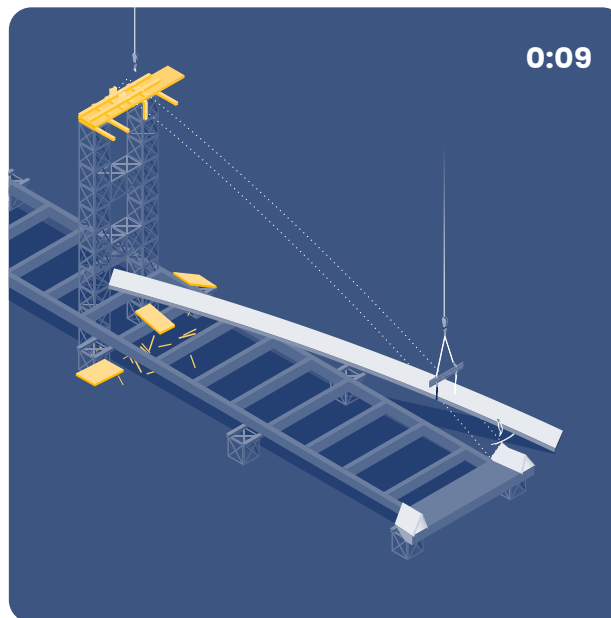
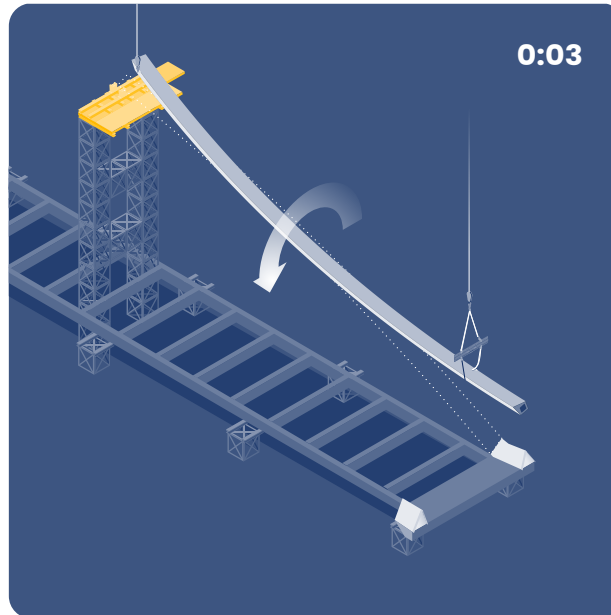
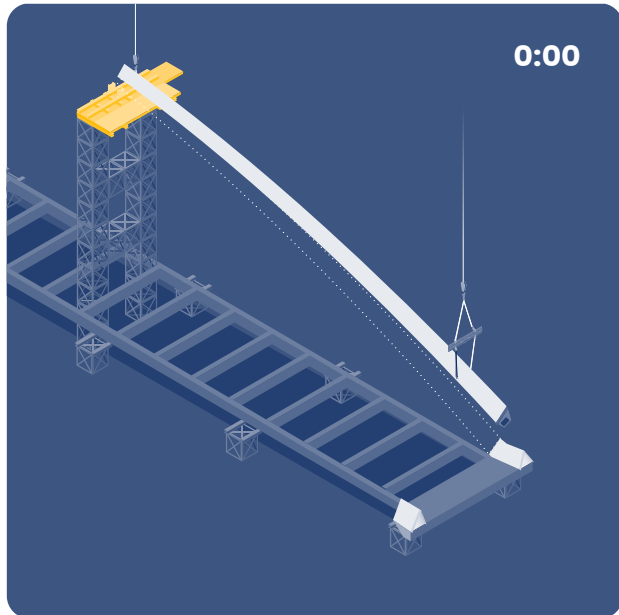


Figuur 14: Foto van de boogvoet bij het brugdek (bron: getuige).

Uit camerabeelden blijkt dat het boogbeen eerst kantelde en vervolgens viel, wat is weergegeven in figuur 15. Het boogbeen begon met langzaam kantelen in de richting van de kranen. Toen het boogbeen ondersteboven hing, vertraagde en stopte het kantelen van het boogbeen, gevolgd door een snelle gedeeltelijke terugdraaiing. Op het moment dat het boogbeen terug begon te draaien scheurde het hijsoog aan de boogtop af en viel de boogtop naar beneden (figuur 16). Toen de boogtop op het brugdek viel, nam de belasting aan de andere kant van het boogbeen toe. Daardoor braken vervolgens ook de staalkabels onderaan de *spreader* waardoor ook de boogvoet viel (figuur 17). Het boogbeen kwam zijwaarts op het brugdek terecht en rolde er daarna deels vanaf.

²⁸ Het boogbeen zou met (tijdelijke) koppelplaten met boutverbindingen aan het brugdek bevestigd worden terwijl het in de kranen hing. Na het koppelen bij het brugdek zou het andere eind van het boogbeen op de montagestoren worden gezet.

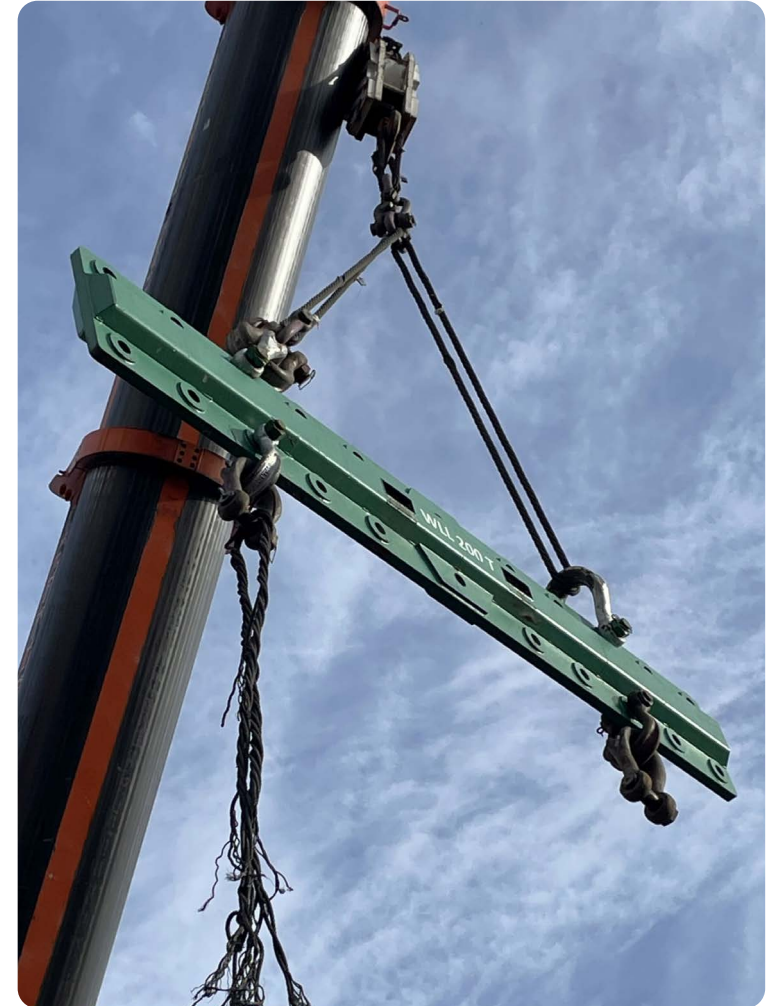
²⁹ De afstand is niet met grote nauwkeurigheid bekend. De kraan aan de zijde van de boogvoet heeft van de hijsoperatie nauwelijks gegevens opgeslagen. Uit een benadering op basis van beeldmateriaal blijkt ongeveer drie meter.



Figuur 15: Schematische weergave van het kantelen en vallen van het boogbeen met indicatie van de tijd. Het boogbeen begon met langzaam kantelen in de richting van de kranen. Binnen vijf seconden hing het boogbeen ondersteboven. Na ongeveer 6 seconden, rond het moment van terugdraaien, begon de top van het boogbeen te vallen. Het boogbeen kwam zijwaarts op het brugdek terecht en rolde er daarna deels vanaf. Ongeveer 10 seconden na de start van de kantelbeweging lag het boogbeen stil op het brugdek en de grond (bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid).



Figuur 16: Restant van hijssoog van de boogtop, links van het hijssoog is de geplaatste bus in de harpsluiting zichtbaar (bron: Nederlandse Arbeidsinspectie).



Figuur 17: Resten van rigging van de boogvoetzijde (bron: Nederlandse Arbeidsinspectie).

Het kantelen en vallen beschadigde de afzetconstructie³⁰ op de montagetoren en sloeg het montageplatform weg. Op het moment van het kantelen stonden vier personen op het platform. Twee personen vielen door het bezwijken van het platform naar beneden, waarvan één overleed en één zwaargewond raakte. Eén persoon is op de toren geraakt en overleden. De vierde persoon raakte op de toren gewond. De twee overleden personen waren een seingever van het hijsbedrijf en de werfleider van de staalbouwer. De twee gewonden waren monteurs van de staalbouwer.

Geen van de andere personen op de voorbouwlocatie raakte gewond door het vallen van het boogbeen of door rondvliegende stalen onderdelen. Niet ver van de voet van het boogbeen, bij een andere seingever, stonden enkele medewerkers van de staalbouwer en bleven ongedeerd.³¹ Zo ook het aanwezige publiek dat net buiten de voorbouwlocatie op een voor hen geplaatst platform stond.

2.3 Verklaring voor kantelen boogbeen

Om te verklaren hoe het boogbeen op de hierboven beschreven manier kon kantelen heeft de Onderzoeksraad een adviesbureau ingehuurd. Het adviesbureau heeft de hijsoperatie van het boogbeen geanalyseerd op mogelijke verklaringen voor het kantelen. Het bureau heeft zowel de theorie (hijsplannen) als de uitvoering bestudeerd en beoordeeld. Voor de volledigheid zijn ook de eerdere hijsoperaties van het boogbeen bekeken. In deze paragraaf gebruiken we de belangrijkste uitkomsten van de analyse van het adviesbureau. Zie bijlage H voor de vraag aan het adviesbureau en de volledige rapportages.

Het adviesbureau constateerde allereerst dat het zwaartepunt boven het vlak door de drie hijsogen lag, waarmee de zogenoemde stabiliteitsmarge van deze hijsconfiguratie³² geclassificeerd wordt als 'beperkt'.³³ Zie het onderstaande blauwe kader voor een uitleg van deze classificatie.

30 Het afzetpunt waar het boogbeen op zou worden neergezet na bevestiging van de andere zijde aan het brugdek.

31 Op de voorbouwlocatie waren volgens de *toolboxmeeting* 18 personen aanwezig. Ten tijde van het ongeval stonden vier daarvan op de montagetoren, van de overige 14 is op beeldmateriaal niet exact af te leiden waar ze stonden toen het boogbeen kantelde en vervolgens viel. Op basis van verklaringen blijkt dat er meerdere mensen vlak bij de seingever stonden die op de grond bij de boogvoet stond.

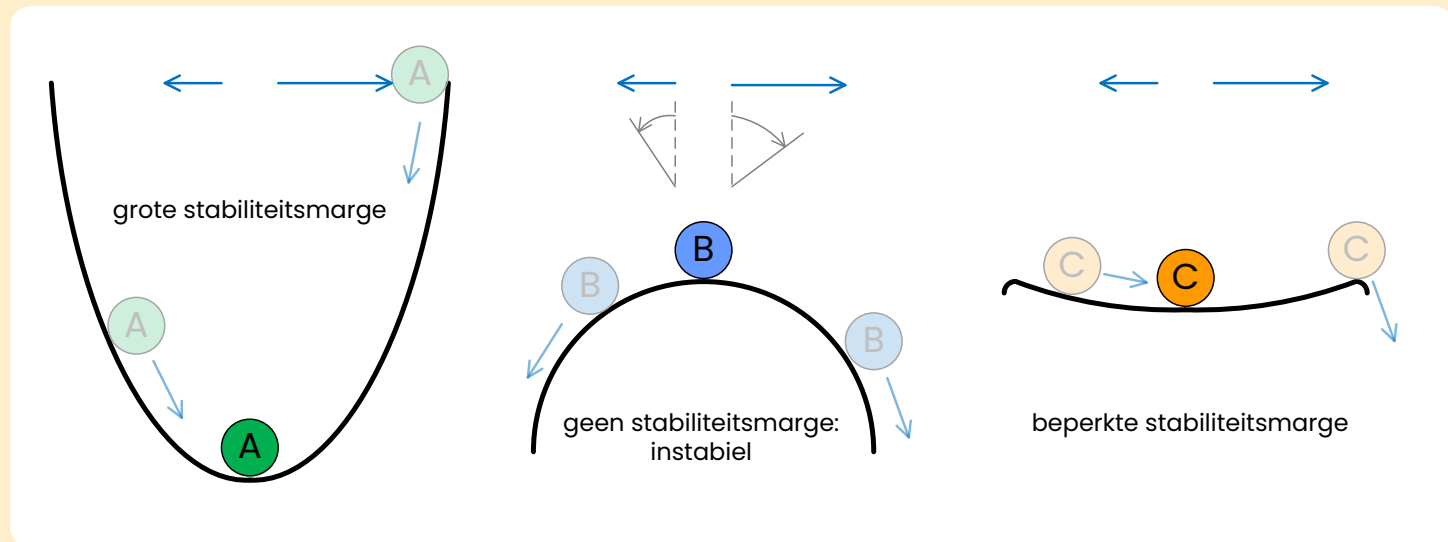
32 Onder hijsconfiguratie verstaat de Onderzoeksraad het geheel van de hijslast en zijn verbinding met de haken van de kranen. Daaronder vallen de last, eventuele hijsogen (aantal en positie) en de *rigging* (de hijsmiddelen).

33 Eager.One, *Lochem – Installeren boogbenen*, juli 2025.

Stabiliteitsmarge

Er kunnen drie regimes van stabiliteitsmarges onderscheiden worden. De last van een hijsconfiguratie met een grote stabiliteitsmarge zal alleen kantelen bij hele grote verstoringen. Als de hijsconfiguratie geen stabiliteitsmarge heeft zal de last echter direct kantelen. Een hijsconfiguratie met beperkte stabiliteitsmarge kan door een verstoring kantelen. Dit is met een bal gevisualiseerd in figuur 18, waarbij de situatie stabiel is als de bal terugkeert naar zijn beginpunt:

- Grote stabiliteitsmarge (bal A): de bal blijft ook bij grote verstoringen in het bakje liggen. Alleen bij hele extreme verstoringen komt de stabiliteit in het geding.
- Geen stabiliteitsmarge (bal B): de bal verlaat bij elke beweging zijn beginpunt. De situatie is instabiel.
- Beperkte stabiliteitsmarge (bal C): de bal keert bij een kleine verplaatsingen terug naar het beginpunt. De bal keert echter niet terug als hij door verstoringen voorbij de rand (kantelpunt) komt.



Figuur 18: Voorbeelden van grote, geen en beperkte stabiliteitsmarge, met een kleine beweging naar links en een grotere naar rechts, alsof een voorwerp roteert. In voorbeeld A ligt de bal stabiel, in voorbeeld B ligt bal instabiel en zal direct van de top afrollen. In voorbeeld C heeft de bal beperkte stabiliteitsmarge; kleine veranderingen brengen de bal niet van het vlakke bakje, een grote verandering zorgt dat de bal ervan afrolt (bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid).

Vervolgens berekende het adviesbureau de stabiliteitsmarges voor kanteling van het boogbeen om zijn lengteas. De resulterende stabiliteitsgrafiek, de totstandkoming ervan en de uitgebreide duiding van de uitkomst zijn opgenomen in bijlage D.1. In het kort blijkt daaruit dat de stabiliteitsmarge van het boogbeen met de geplande hijsconfiguratie klein was en dat de stabiliteitsmarge afnam bij hijsen richting de montagestand.³⁴ Oftewel het boogbeen werd naar mate het verder werd gehesen gevoeliger voor verstoringen zoals wind en kraanbewegingen.³⁵

De Onderzoeksraad acht het aannemelijk dat het boogbeen een zeer beperkte stabiliteitsmarge had toen het bijna in de montagestand was gehesen. Dat volgt uit de bovengenoemde analyse en de kleine verdere afname van de stabiliteitsmarge door de drie *rigging*-aanpassingen die tijdens de uitvoering zijn gedaan³⁶. Het is aannemelijk dat kleine bewegingen van het boogbeen, mede door de wind³⁷ en kraanbewegingen, op dat moment genoeg waren om het boogbeen uit evenwicht te brengen en te doen kantelen.

Voor grote verstoringen van het boogbeen zijn geen aanwijzingen, zoals tegen iets aanstoten. Ook zijn er geen aanwijzingen voor kraanbewegingen die afweken van het plan voor die dag³⁸.

2.4 Stabiliteit in de aansturing van het hijswerk

Tijdens de startvergadering van de staalbouwer en het hijsbedrijf werd gesteld dat wanneer het boogbeen de neiging had om te gaan kantelen, de steunvoeten van het boogbeen steun zouden vinden op de afzetconstructie op de montagestoren. Het uiteinde van het boogbeen bewoog bij het kantelen waarschijnlijk minder neerwaarts dan verwacht.³⁹ Ook bestond een deel van de afzetconstructie uit losse elementen en het gekantelde boogbeen duwde deze opzij in plaats van erop te leunen.

Tijdens het uitvoeren van de hijsoperatie was het voor de betrokkenen niet duidelijk dat de stabiliteitsmarge beperkt was. Het zwaartepunt en de stabiliteitsmarges zijn voor mensen niet waarneembaar, waardoor het personeel van de staalbouwer en het hijsbedrijf op de bouwplaats niet kon oordelen over de stabiliteit van de hijslast⁴⁰. Voor de personen die de leiding over de hijsoperatie hadden – de project- en montageleider van de staalbouwer samen met de projectleider van het hijsbedrijf – was ingrijpen toen de stabiliteitsmarge afnam bij het plaatsen van het boogbeen daarom niet aan de orde.

³⁴ Bij het zogenoemde 'staarten'; een hijsoperatie waarbij een eind van een hijslast omhoog wordt gebracht terwijl het andere eind op maaiveldhoogte blijft.

³⁵ Eager.One, *Memo theorie vs praktijk*, juli 2025.

³⁶ De toevoeging van een harpsluiting tussen de staalkabel (grommer) en het permanente hijssoog, zie figuur 11, de plaatsing van een bus om het hijssoog boven op het boogbeen aan één kant van de harpsluiting te houden, zie figuur 16, en de vervanging van het verwisselbare hijssoog door een korter exemplaar, zie figuur 8 voor het oorspronkelijke exemplaar. De omvang van de afname is onbekend, maar alle drie de aanpassingen droegen bij aan een afname doordat ze het boogbeen in de richting van de kleine stabiliteitsmarge roteerde.

³⁷ De windsnelheid was tijdens de hijsoperatie lager dan de maximale windsnelheid (12,5 m/s) in het hijsplan. Dat blijkt zowel uit de windmeter bovenop één van de kranen als uit de metingen van het nabijgelegen KNMI-weerstation Hupsel (11.00-12.00 uur): windrichting 190 graden (= zuidelijk), uurgemiddelde 5,0 m/s, hoogste windsnelheid 9,0 m/s).

³⁸ Bestaande uit het hijsplan en de stappen genoemd in de startwerkvergadering, zie daarvoor bijlage F en bijlage E.6

³⁹ De uiteinden van het boogbeen bewoog bij het roteren meer omhoog dan omlaag, door de positie van het zwaartepunt en de gekromde vorm van het boogbeen.

⁴⁰ Alleen als een last bij het oppakken al instabiel is, is er een duidelijk signaal: de last zal bij het optillen gelijk beginnen met roteren. De hijsoperatie zal dan doorgaans niet worden vervolgd en de last zal weer worden neergezet. Dit was bij het hijsen van het boogbeen niet het geval.

De boogbenen zijn voorafgaand aan de plaatsing verschillende keren gehesen, maar dat leverde geen signalen van instabiliteit op. Tijdens de twee testhijsen⁴¹ werd het boogbeen richting de montagestand gebracht – het zogenoemde ‘starten’ van het boogbeen. Zulke testhijsen zijn ongebruikelijk, maar werden door staalbouwer als noodzakelijk gezien om te controleren of het boogbeen in de montagestand de juiste hoek had voor het monteren. De testhijsen waren niet bedoeld om de stabiliteit in de verschillende posities te testen. Dat het boogbeen tijdens de testhijsen niet kantelde, kwam onder andere doordat het boogbeen niet zo ver richting de montagestand werd gehesen als bij de uiteindelijke plaatsing. Twee dagen voor het ongeval is bij het uit het schip hijsen van de boogbenen een boog gekanteld doordat hij de grond raakte, zie bijlage E.5 voor een beschrijving daarvan. De staalbouwer en het hijsbedrijf zagen het raken van de grond als verklaring voor het kantelen van het boogbeen. Uit de kanteling kon men opmaken dat de hijsconfiguratie in het regime van beperkte stabiliteitsmarge zat.⁴² Hieruit bleek niet dat de stabiliteitsmarge van de andere kantelrichting klein was.

2.5 Acties van de partijen na het voorval

De Onderzoeksraad heeft kennisgenomen van de hieronder beschreven aangekondigde acties en maatregelen van de partijen, maar heeft de toepassing ervan niet gecontroleerd.

-
- 41 De eerste testhijs was bij de fabriek van de staalbouwer voorafgaand aan het inladen van het schip, zie bijlage E.4 voor de beschrijving. De tweede testhijs was voorafgaand aan de plaatsing van het boogbeen en is beschreven in paragraaf 2.2.
 - 42 De gevolgen van het aanstoten van de grond waren waarschijnlijk kleiner geweest als het boogbeen in het regime met een grote stabiliteitsmarge viel. Dan was het boogbeen bij het raken van de grond wel gedraaid, maar niet gekanteld en losgekomen van de grond. De situatie was in dat geval omkeerbaar; het boogbeen zou terugdraaien als het weer omhoog werd gehesen.
 - 43 VVT, *Richtlijn mobiele kranen. Naslagwerk 1 – De risicoanalyse – versie 04*, februari 2024. <https://www.verticaaltransport.nl/downloads/RMK - Naslagwerk 1 - De risicoanalyse V04.pdf>
 - 44 Zie bijlage D.1 voor beschrijving van die methode, de bijbehorende regimes en de beschrijving ervan in de brancherichtlijn.
 - 45 Zie bijlage D.2 voor een beschrijving van de informatie in de brancherichtlijn.

Hijsbedrijf

Dit voorval in Lochem was voor het hijsbedrijf aanleiding om een analyse te doen. In opdracht van het hijsbedrijf heeft een ingenieursbureau de hijsoperatie op stabiliteit getoetst. Dat is gedaan zoals in de brancherichtlijn⁴³ beschreven is: door grafisch na te gaan waar het zwaartepunt zich ten opzichte van de *rigging*-‘driehoek’ bevindt. Het zwaartepunt viel binnen de driehoek en op basis daarvan concludeert het hijsbedrijf dat de hijsconfiguratie stabiel was.⁴⁴ Daarom moet het kantelen volgens het hijsbedrijf een externe oorzaak hebben. Wel let het hijsbedrijf er sinds het voorval meer op dat de hijsogen zich boven het zwaartepunt van de last bevinden. Als dat volgens de opdrachtgever van de hijsoperatie niet mogelijk is, dan vraagt het hijsbedrijf om maatregelen en/of dynamische studies.

Het hijsbedrijf gaat met de conclusie mee dat de configuratie stabiel was in de kwalificatie die de VVT in de richtlijn aan die situatie geeft, zie figuur 21 van bijlage D. Tegelijk gaat het daarmee voorbij aan wat de VVT verderop over de stabiliteit van die situatie schrijft: dat die situatie beperkte stabiliteit kan hebben en dat een te beperkte marge onwenselijk is.⁴⁵ Naar de stabiliteitsmarge heeft het hijsbedrijf niet laten kijken.

Het hijsbedrijf geeft aan sinds het voorval de intentie te hebben om termen zoals hijsplan en hijsinstructie binnen de sector te uniformeren. Ook zet het bedrijf zich in om de verantwoordelijkheidsverdeling duidelijker te bepalen. Tot slot heeft het hijsbedrijf zijn interne processen voor ‘stop’-momenten in de uitvoering gewijzigd.

Staalbouwer

De staalbouwer heeft na het ongeval vanuit zijn positie gekeken naar mogelijke oorzaken. Hij heeft geen mogelijke oorzaak kunnen vaststellen, wel enkele oorzaken kunnen uitsluiten.

De staalbouwer geeft aan de volgende acties te hebben ondernomen naar aanleiding van het ongeval. Ten eerste, het zoveel mogelijk vermijden van het hijsen van lasten met een beperkte stabiliteitsmarge. Daarnaast is in de contracten van *heavy-lifting* operaties stabiliteitstoetsing explicieter benoemd, evenals de verdeling van alle *engineering*-werkzaamheden tussen staalbouwer en hijsbedrijf. De staalbouwer vraagt de hijsstabiliteit op bij het hijsbedrijf. De staalbouwer analyseert projectspecifieke risico's, stelt beheersmaatregelen op en controleert die. Tot slot worden kritieke operaties intern beoordeeld en besproken met de betrokken partijen, mede op basis van de hiervoor genoemde risicoanalyse.

Hoofdaannemer

Eind 2024 heeft de hoofdaannemer zichzelf een drietal aanbevelingen gedaan, waarvan er twee met stabiliteit te maken hebben: definieer complexe en/of hoog-risico hijsactiviteiten⁴⁶; laat altijd een *second opinion* op het hijsplan uitvoeren bij complexe en/of hoog-risico hijsactiviteiten⁴⁷. De derde aanbeveling die de hoofdaannemer na het voorval heeft gedaan is aanpassing van de veiligheidsregel over werken nabij een hijslast naar: 'Ik bevind mij nooit onder hangende lasten of onnodig binnen het directe valbereik hiervan. Ik hijs geen lasten over mensen of daar waar mensen zich onnodig binnen het directe valbereik van deze lasten bevinden.'⁴⁸

In het najaar van 2025 heeft de hoofdaannemer een procedure opgesteld voor de indeling van hijswerkzaamheden naar risico. Daarbij zijn alle hijswerkzaamheden ingedeeld in een van de volgende drie categorieën: routine, niet-routine of kritische hijswerkzaamheden (zie bijlage G.3).⁴⁹

⁴⁶ En neem die definitie op in de VGM-bedrijfsstandaard.

⁴⁷ Door dat te borgen in de standaarden en in de contractvoorwaarden.

⁴⁸ Hoofdaannemer, *Safety Alert: Leerpunten incident Lochem*.

⁴⁹ Hoofdaannemer, *Procedure bepalen veilige hijscategorie*, oktober 2025.

Deelconclusies

Op woensdag 21 februari 2024 viel een boogbeen van een brug in aanbouw toen het bijna in positie was gehesen voor montage. Het boogbeen verwoestte in zijn val het platform van de montagetoren waarop vier personen stonden die bij de hijs- en montageoperatie betrokken waren, waarvan er twee overleden en twee gewond raakten.

Het boogbeen kantelde terwijl het in twee kranen hing. Tijdens de uitvoering van de hijsoperatie waren er geen afwijkende manoeuvres van de kranen en het boogbeen heeft ook geen ander object aangestoten. De stabiliteitsmarge van het boogbeen was met de gebruikte hijsconfiguratie bij aanvang van de hijsoperatie beperkt en nam verder af naar mate het boogbeen verder richting de montagestand gehesen werd. De Onderzoeksraad acht het zeer aannemelijk dat het boogbeen een zeer beperkte stabiliteitsmarge had toen het kantelde. Kleine bewegingen van het boogbeen, mede door de wind en de kraanbewegingen, waren op dat moment waarschijnlijk genoeg om het boogbeen uit evenwicht te brengen en te doen kantelen.

Door de kanteling veranderde de belasting op de hijsogen en de hijsmiddelen zodanig dat het hijssoog aan de torenzijde afscheurde, waardoor het boogbeen aan die kant viel en het platform meenam. Dit zorgde er uiteindelijk voor dat ook de staalkabels van de *rigging* bezweken waarmee het andere eind van het boogbeen in de tweede kraan hing, zodat ook dat eind van het boogbeen viel.

Vervolg

De instabiliteit van het boogbeen en de aanwezigheid van personen nabij de last ziet de Onderzoeksraad als de grootste bijdragen aan dit ongeval. Omdat zowel de hijsconfiguratie als de montagewijze hoofdzakelijk tijdens de voorbereiding van het werk op de bouwplaats zijn bepaald, richt de Onderzoeksraad zich in het vervolg van dit rapport op de voorbereiding van die twee aspecten. We gaan onder andere in op de rollen die de verschillende direct betrokken partijen daarbij hadden en proberen te verklaren waardoor een hijs met een zeer beperkte stabiliteitsmarge kon ontstaan en waardoor mensen zich tijdens het hijsen in de buurt van de last bevonden.

3 Analyse voorbereiding

In dit hoofdstuk analyseren we de twee eerder genoemde aspecten: het beheersen van de stabiliteit van de hijslast tijdens de totstandkoming van de hijsconfiguratie (in paragraaf 3.1) en de bescherming van werknemers in het valbereik van de hijslast (in paragraaf 3.2).⁵⁰ Hoe het hijsen door de bouwpartijen is voorbereid en op welke manier hijsen en monteren onderdeel uitmaken van het risicomanagement van de partijen staat in bijlage E, bijlage F en bijlage G beschreven.

De analyse is opgebouwd door per partij te beschrijven wat zij achteraf gezien redelijkerwijs had kunnen doen om de veiligheid te vergroten voor de situatie waarin het ongeval plaatsvond. We analyseren waardoor die partij dat destijds niet of gedeeltelijk heeft gedaan en wat daarbij de invloed was van het systeem op de betrokkenen van die partij. Het referentiekader vormt de basis voor deze analyse van de Onderzoeksraad; deze is opgenomen in bijlage C. Onder ‘het systeem’ verstaan wij het samenspel en invloed van de bedrijfsprocessen, de andere direct-betrokken partijen en wet- en (branche)regelgeving. Voor het hijsbedrijf is daarnaast beschreven hoe de aanpak van dit hijsbedrijf zich verhoudt tot die van andere hijsbedrijven.

⁵⁰ Daaronder verstaat de Onderzoeksraad ook personen die werken op een kwetsbare constructie binnen het valbereik van de hijslast.

⁵¹ Onder hijsconfiguratie verstaat de Onderzoeksraad het geheel van de hijslast en zijn verbinding met de haken van de kranen, daaronder vallen de last, de hijsogen (aantal en positie) en de *rigging*.

⁵² Vergelijkbaar zijn hijsbedrijven verantwoordelijk voor de kraanstabiliteit als resultaat van de combinatie van de hijslast, ballast, ondergrond en eventueel extra materiaal onder de stempels van de kranen.

⁵³ VVT, *Richtlijn mobiele kranen*, versie 04, december 2023. Uit Bijlage 1 en paragrafen 1.1 en 2.2 blijkt dat het hijsbedrijf wettelijk verantwoordelijk is voor de hijsplanning inclusief risicoanalyse als het hijsbedrijf het transporteren van de last als project uitvoert voor een opdrachtgever. Dit in tegenstelling tot hijswerk waarbij de opdrachtgever de kraan met machinist huurt en de regie houdt. In bijlage 3 en naslagwerk 1 [VVT, *Naslagwerk 1 - de risicoanalyse*, versie 04, februari 2024] is beschreven hoe die planning ingevuld moet worden, onder andere ten aanzien van de last (hoofdstuk 1 van naslagwerk 1) en in het bijzonder ten aanzien van stabiliteit van de last (paragraaf 1.3 van naslagwerk 1).

3.1 Stabiliteit van de hijslast

Het boogbeen had in de configuratie⁵¹ waarmee het werd gehesen te weinig stabiliteit in de montagestand, zoals in het vorige hoofdstuk is beschreven. In deze paragraaf beschrijven we welke factoren in de voorbereiding van het hijsen daarbij een rol speelden.

Rol hijsbedrijf

Een hijsconfiguratie met een voldoende grote stabiliteitsmarge draagt bij aan een veilige hijs- en montageoperatie. Voor hijsoperaties die een hijsbedrijf als project uitvoert voor een opdrachtgever, ziet de Onderzoeksraad een grote rol voor hijsbedrijven. Het hijsbedrijf heeft immers het laatste woord over de voorbereiding inclusief de stabiliteitsmarge van de last die volgt uit de combinatie van zwaartepunt, hijsogen en *rigging*.⁵² Regie over de stabiliteit van de hijslast past binnen de wettelijke verantwoordelijkheid die hijsbedrijven hebben over de voorbereiding en planuitwerking van dat soort hijsoperaties.⁵³

Dit hijsbedrijf had contractueel met de staalbouwer afgesproken dat het de verantwoordelijkheid had over de voorbereiding van deze hijsoperatie, het ging immers om een hijsoperatie met projectovereenkomst. Gedurende het voorbereidingsproces analyseerde het hijsbedrijf stabiliteit of stabiliteitsmarges van de hijslast niet.⁵⁴ Tegelijk waren de keuzes van degenen die binnen het hijsbedrijf de voorbereiding deden⁵⁵ van grote invloed op de stabiliteit. Zij kozen immers het aantal en de positie⁵⁶ van de hijsogen, werkten de *rigging* uit op basis van het voorstel van de staalbouwer⁵⁷ en vertaalden de voorbereiding naar werkplannen. Bij deze keuzes waren andere aspecten dan de stabiliteitsmarge leidend.

Dat de betrokkenen van het hijsbedrijf geen rekening hadden gehouden met stabiliteit had er voornamelijk mee te maken dat zij verwachtten dat de staalbouwer, als opdrachtgever van het hijswerk, daarvoor verantwoordelijk was. De betrokkenen van het hijsbedrijf twijfelden niet aan deze verwachting, mede doordat

de betrokkenen van de staalbouwer tijdens de voorbereiding opmerkingen over stabiliteit hadden; zij gaven aan dat de vorm van de *rigging*⁵⁸ niet gewijzigd mocht worden vanwege stabiliteit.⁵⁹ Hierbij ging het echter om een andere vorm van stabiliteit.⁶⁰ De betrokkenen van het hijsbedrijf dachten bovendien dat de staalbouwer de expertise voor stabiliteitstoetsing had.^{61, 62}

De opvatting dat de staalbouwer als opdrachtgever verantwoordelijk was voor de stabiliteit van de hijslast⁶³ leefde breed binnen het hijsbedrijf. Mede vanwege deze aanname reikte de opleiding van de medewerkers van het hijsbedrijf niet verder dan de basisprincipes van stabiliteit en waren er geen technische hulpmiddelen (bijvoorbeeld in de vorm van software) om stabiliteitsmarges van configuraties te bepalen en ontbrak stabiliteit in de bedrijfsprocedure voor hijsplannen.

54 Verschillende andere aspecten van de hijsoperaties werkte het hijsbedrijf in de voorbereiding wel uit. Zie bijlage F en H

55 De projectleider, hijsingenieur en het afdelingshoofd van *engineering*.

56 In elk geval de positie van de hijsogen in de lengterichting van het boogbeen, die voor een groot deel bepaalt of ze boven of onder het zwaartepunt komen. Zij gaven de aanzet voor de aanvankelijke (45/55%) en uiteindelijke lastverdeling (50/50%) over de hijsogen en dus hun relatieve positie in lengterichting ten opzichte van het zwaartepunt. De absolute positie van de hijsogen in lengterichting is geen onderwerp van discussie geweest, alle voorstellen hadden het hijssoog aan de boogtop relatief dicht bij het uiteinde (in lijn met eerdere projecten).

57 Zie bijlage E.2.

58 Specifiek de *rigging* van het boogbeen tussen het paar hijsogen en de kraanhaak: het geheel van staalkabels (grommers), harpsluitingen en de *spreader*. Zie bijvoorbeeld figuur 11.

59 Dat gaven ze aan toen zij hun voorstel voor de *rigging* met de betrokkenen van het hijsbedrijf deelden. Zie bijlage E.2 voor een beschrijving van het totstandkomingsproces van de *rigging*.

60 Zij bedoelden met 'stabiliteit' de mate waarin de stand van het boogbeen en de aansluiting van de *rigging*-onderdelen op de hijsogen afhankelijk waren van het *rigging*-ontwerp. De hoeken in de *rigging* volgen uit de lengtes van de onderdelen en het krachtenevenwicht met het boogbeen en de *spreader*. Lengteverandering van één element verandert alle hoeken. Ze bedoelden niet de stabiliteit van het gehele boogbeen als dat gehesen wordt, zoals de Onderzoeksraad stabiliteit in dit rapport gebruikt.

61 Zij stellen dat de staalbouwer regelmatig kranen huurde voor hijsklussen, waaruit zij opmaken dat hij ook in staat was om de hijsvoorbereiding inclusief stabiliteitstoetsing zelf uit te voeren. De Onderzoeksraad heeft dat niet gecontroleerd.

62 Eerdere vergelijkbare gezamenlijke projecten waren zonder kanteling verlopen. Op basis van de beperkt beschikbare informatie denkt de Onderzoeksraad dat de boogbenen van de bruggen bij Schoten en Beringen (zie bijlage E.1) zijn gehesen met respectievelijk het zwaartepunt net onder en ongeveer op dezelfde hoogte als de hijsogen en met waarschijnlijk dus een grotere stabiliteitsmarge dan de hijsconfiguratie in Lochem had.

63 Er is één categorie hijslasten waarvoor de verantwoordelijkheid voor de stabiliteit bij de fabrikant ligt: voor machines die voldoen aan de Machinerichtlijn (richtlijn 2006/42/EG). Op een staalconstructie zonder bewegende delen, zoals het boogbeen, is de Machinerichtlijn echter niet van toepassing.

Aanleiding om de staalbouwer te controleren op een juiste analyse van stabiliteit was er niet binnen het hijsbedrijf. Een hijsconfiguratie-ontwerp met een te kleine stabiliteitsmarge werd niet als risico gezien; dat kwam niet aan bod in de RI&E⁶⁴ van het bedrijf en controle daarop stond niet in de bedrijfsprocessen voor hijsplannen. Ook het contract met de staalbouwer voor dit project was voor het hijsbedrijf geen aanleiding om anders over stabiliteit van de hijslast te denken.⁶⁵

Ook de eisen vanuit de sector waren voor het hijsbedrijf geen aanleiding om anders over hun aanpak ten aanzien van stabiliteit te denken en stabiliteit te (laten) controleren. Verschillende aspecten van hijswerk (kranen, hijsmateriaal, de opleiding van kraanmachinisten) zijn gecertificeerd, maar de voorbereiding van hijsoperaties niet.⁶⁶ Andere bredere certificeringen van het hijsbedrijf,⁶⁷ zoals van de processen voor veiligheid en kwaliteit, corrigeerden de visie op stabiliteit niet. De Nederlandse arbocatalogus verticaal transport, die wordt beheerd door de Nederlandse branchevereniging Vereniging Verticaal Transport (VVT), bevat geen artikelen over de stabiliteit van een hijslast. De VVT-richtlijn voor mobiele kranen⁶⁸, die ook bij veel Belgische hijsbedrijven bekend is, behandelt stabiliteit wel. In de paragraaf over stabiliteit beschrijft de VVT stabiliteitsmarges alleen globaal en geeft geen handvatten om stabiliteit te analyseren in concrete (driedimensionale) situaties.⁶⁹ Daar was tot nu toe waarschijnlijk weinig aanleiding voor. Deze beperkte beschrijving helpt

hijsbedrijven niet met het toetsen van stabiliteit en schept ook niet de verwachting dat dat tot hun taak behoort.

De andere hijsbedrijven die de Onderzoeksraad ten behoeve van dit onderzoek heeft gesproken (zie ook bijlage A) geven allen aan dat zij de VVT-richtlijnen met betrekking tot stabiliteit van hijsconfiguraties kennen. Sommige van deze bedrijven sturen aan op grotere stabiliteitsmarges door voorkeursposities voor hijsogen en voorkeurshijsconfiguraties te hanteren. Uit de gesprekken blijkt verder dat de gesproken hijsbedrijven het lastig vinden om de verantwoordelijkheid over stabiliteit te nemen, mede omdat ze vaak niet de middelen en kennis hebben om stabiliteit voldoende diepgaand te toetsen, als de configuratie daar om vraagt. Geen van de gesproken bedrijven bepaalt zelf stabiliteitsmarges. Hieruit concludeert de Onderzoeksraad dat de opstelling van het betrokken hijsbedrijf niet uniek is en deels overeenkomt met die van andere hijsbedrijven.

Rol staalbouwer

Een kritische toets van het hijsplan op de stabiliteitsmarge van de hijsconfiguratie draagt bij aan een veilige uitvoering van het werk. De staalbouwer zag voor deze hijsoperatie geen aanleiding om bij het hijsbedrijf navraag te doen naar de toetsing van stabiliteit of om de stabiliteit van de configuratie zelf te (laten) controleren. Op deze manier was er ook geen aanleiding voor de staalbouwer om het hijsplan af te keuren.

⁶⁴ De algemene RI&E van het hijsbedrijf bevatte vooral risico's waarvan de oorzaken in de uitvoering liggen.

⁶⁵ Het contract was bovendien pas definitief toen de voorbereiding van het hijswerk al was afgerond.

⁶⁶ De Onderzoeksraad heeft niet onderzocht hoe dat komt.

⁶⁷ Zoals de kwaliteitscertificering ISO 9001 en veiligheidscertificering ISO 45001.

⁶⁸ En in het bijzonder: VVT, *Richtlijn mobiele kranen. Naslagwerk 1 – De risicoanalyse – versie 04*, februari 2024. [https://www.verticaaltransport.nl/downloads/RMK – Naslagwerk 1 – De risicoanalyse V04.pdf](https://www.verticaaltransport.nl/downloads/RMK-Naslagwerk1-De-risicoanalyse-V04.pdf) In de versie van de richtlijn die actueel was ten tijde van de voorbereiding was de beschrijving van stabiliteit niet wezenlijk anders.

⁶⁹ Zie bijlage D.2 voor een uitgebreide beschrijving.

De staalbouwer had zijn projectspecifieke risicobeheersing hoofdzakelijk gericht op de eigen productkwaliteit en niet op de veiligheid van de eigen werknemers.⁷⁰ Het hijsen werd niet als onveilig gezien en de projectleiders van het staalbouwbedrijf zagen geen reden om het hijsbedrijf te bevragen op stabiliteitscontrole. De hijsplannen zijn door de betrokkenen van de staalbouwer gecontroleerd op het *rigging*-ontwerp, om onjuiste belasting van de hijsogen te voorkomen. De sterkte van de hijsogen was immers hun verantwoordelijkheid. Het hijsbedrijf beschreef in het hijs- en *rigging*plan ook niet of en hoe stabiliteit getoetst was. De Onderzoeksraad heeft de indruk dat dat binnen de hijssector ook niet gebruikelijk is.

De staalbouwer verwachtte als opdrachtgever van het hijsbedrijf dat het hijsbedrijf zorg zou dragen voor de stabiliteit als onderdeel van de voorbereiding. Hoewel verschillende medewerkers van de staalbouwer en zijn ingenieursbureau tijdens de voorbereiding meegedacht hebben over aspecten die invloed hadden op stabiliteit,⁷¹ rekenden de projectleiders⁷² erop dat het hijsbedrijf de stabiliteit van de hele hijsconfiguratie zou controleren. Zij verwachtten dat die expertise aanwezig was bij dit hijsbedrijf en dat stabiliteitscontrole onderdeel was van het opstellen van het hijsplan, wat contractueel aan het hijsbedrijf was toegewezen. De betrokkenen gingen ervan uit dat het hijsbedrijf zijn taken goed zou uitvoeren. Eerdere succesvolle gezamenlijke projecten en andere goed uitgewerkte aspecten van de voorbereiding gaven de projectleiders vertrouwen in het hijsbedrijf. Toen de veiligheidsmanager van de hoofdaannemer vroeg in hoeverre hij het hijs- en *rigging*-plan moest toetsen, gaf de projectleider van de staalbouwer aan dat toetsing op uitgangspunten voldoende was.

⁷⁰ Zie bijlage G.2 voor een overzicht van de uitgewerkte risico's ten aanzien van hijsen.

⁷¹ Zoals de positie van de hijsogen en de *rigging* bij het hijsvoegpaar.

⁷² Gedurende het project hebben verschillende medewerkers van de staalbouwer het project geleid.

⁷³ Bestaande uit een risicodossier met eisen en beheersmaatregelen in computerprogramma Relatics en een V&G-dossier.

Rol hoofdaannemer

Een kritische toets van het hijsplan op de stabiliteitsmarge van de hijsconfiguratie draagt bij aan een veilige uitvoering van het werk. De hoofdaannemer zag voor deze hijsoperatie geen aanleiding om navraag over de stabiliteit van de hijsconfiguratie te doen bij zijn onderaannemer, de staalbouwer, of om deze stabiliteit zelf te (laten) toetsen. Die toetsing heeft de hoofdaannemer na het ongeval in zijn bedrijf geïntroduceerd, maar de controle die destijds werd gedaan leidde niet tot afkeuring van het hijsplan.

Het hijs- en *rigging*plan is door verschillende betrokkenen van de hoofdaannemer gecontroleerd, waaronder de veiligheidsmanager en de projectleider. Voor de betrokkenen was er geen aanleiding om in de voorbereiding te controleren op stabiliteit of iemand te vragen dat te doen. Ze keken naar andere aspecten, waar zij zelf verstand van hadden. Vanuit het veiligheidsmanagement⁷³ waren geen eisen en beheersmaatregelen voor het hijsen naar voren gekomen. Instabiliteit was namelijk niet als projectrisico geïdentificeerd. Zowel in de risico-sessies met de staalbouwer en bij de raadpleging van collega's met ervaring in het bouwen van bruggen was dit risico niet benoemd.

Daarnaast hadden de betrokkenen vertrouwen in de expertise en ervaring van het hijsbedrijf. Toen de staalbouwer het hijsbedrijf als onderaannemer bekend maakte, heeft de hoofdaannemer het hijsbedrijf beoordeeld en was hij overtuigd van hun expertise door de eerdere samenwerking met de staalbouwer bij vergelijkbare bruggen.

Deelconclusies

Een hijsconfiguratie met een voldoende grote stabiliteitsmarge draagt bij aan een veilige hijs- en montageoperatie.

Hoewel het hijsbedrijf verantwoordelijk was voor de voorbereiding, zag het stabiliteit als verantwoordelijkheid van de opdrachtgever. Het hijsbedrijf zag geen aanleiding om zelf stabiliteit te controleren of om de staalbouwer daarnaar te vragen. Onder meer omdat de betrokkenen van het hijsbedrijf vertrouwen hadden in de staalbouwer.

De staalbouwer zag op zijn beurt geen aanleiding om het hijsbedrijf te vragen over de toetsing van de stabiliteit of om de stabiliteit zelf te (laten) toetsen. De betrokkenen van de staalbouwer hadden vertrouwen in het hijsbedrijf en instabiliteit kwam niet als risico naar voren in de risicobeheersing die hoofdzakelijk was gericht op de productkwaliteit. Afkeuring van het hijsplan op basis van een onbekende of te kleine stabiliteitsmarge van de hijsconfiguratie was hierdoor niet aan de orde.

Ook de hoofdaannemer heeft het hijsplan niet afgekeurd of om verbetering ervan gevraagd. Instabiliteit van de hijslast kwam niet naar voren als specifiek risico. De expertise en ervaring van de staalbouwer en het hijsbedrijf gaven de hoofdaannemer vertrouwen.

Veel hijsbedrijven maken gebruik van de richtlijn voor mobiele kranen van de Nederlandse branchevereniging VVT. Deze beschrijft stabiliteit van een hijslast beknopt en bevat beperkt handvatten voor het bepalen van stabiliteitsmarges. Daar was waarschijnlijk tot nu toe geen aanleiding voor.

3.2 Werken op kwetsbare posities nabij een hijslast

Bepalend voor de gevolgen van de val van het boogbeen was dat er op dat moment vier werknemers werkten op een platform dat zich deels binnen het valbereik bevond. In deze paragraaf beschrijven wij welke factoren in de voorbereiding van het monteren daarbij een rol speelden.

Rol van de staalbouwer

Een risicoanalyse⁷⁴ met daarop gebaseerde maatregelen voor de personen betrokken bij het montagewerk draagt bij aan een veilige montageoperatie. Maatregelen kunnen zijn⁷⁵ het aanpassen van de montageaanpak zodat personen niet binnen het valbereik⁷⁶ van de hijslast hoeven te werken en, als dat niet lukt, de personen binnen het valbereik te beschermen door hen af te schermen van een eventueel vallende last of door te zorgen dat de last niet (ver) kan vallen of kantelen. De staalbouwer zag destijds geen aanleiding voor doen van die analyse en het nemen van dergelijke maatregelen.

De staalbouwer bepaalde hoe de brug werd geproduceerd en gemonteerd, beheerde de bouwplaats waar dat gebeurde en was de opdrachtgever voor het benodigde hijswerk. Vanuit die positie had de staalbouwer de meeste zeggenschap over of personen nabij de last moesten zijn en over hun bescherming. Het bedrijf was bovendien de directe werkgever van drie van de vier personen die tijdens het ongeval op de montagetoren stonden.

⁷⁴ Met als doel het zo klein als redelijkerwijs mogelijk maken van de risico's.

⁷⁵ In lijn met de arbeidshygiënische strategie, zie referentiekader.

⁷⁶ Het valbereik is het gebied waar de last terecht kan komen bij vallen of gedeeltelijk losraken. Het bereik kan per kant verschillen afhankelijk van het bezwijkmechanisme en/of objecten in het pad van de vallende last. Risicovol zijn ook kwetsbare constructies die zich deels binnen het valbereik van de last bevinden.

Met de gehanteerde montagewijze moesten verschillende personen nabij de hijslast werken voordat die door de kranen volledig neergezet kon worden.⁷⁷ Voor hen had de staalbouwer geen bescherming⁷⁸ gerealiseerd tegen kantelen of vallen van de hijslast.

Het projectteam van de staalbouwer heeft in de voorbereiding de montagewijze overgenomen van vergelijkbare projecten en deze niet ter discussie gesteld. Voor het project beschreven zij de montageschappen voor de brugdelen. De werkzaamheden van betrokken personen, zoals de werfleider en monteurs, en de bijbehorende risico's, stonden niet in een werkplan en eventuele beheersmaatregelen dus ook niet.⁷⁹ Die uitwerking was geen onderdeel van de werkwijze en procedures van de staalbouwer. Het bedrijf zag daar destijds de meerwaarde niet van. Voor het werk op de bouwplaats had de staalbouwer een RI&E⁸⁰ met standaardelementen; verder vertrouwde hij op de standaard werkwijze. De aandacht voor risico's was gericht op de productie van de staaldelen en of die voldeden aan de klanteisen. De montage werd gezien als repeterend werk waarvan de risico's voor personeel beperkt waren.

De wet- en regelgeving over hijsen gaat niet in op het monteren van een hijslast. Dat geeft weinig aanleiding voor werkgevers om een breder valbereik te definiëren dan 'niet onder een hijslast';

'onder een hijslast' is beknopt en duidelijk. Vrijwel alle voorschriften en eisen in het arbobesluit⁸¹ en in de arbocatalogus verticaal transport gaan in op personen onder een last. De arbocatalogus kan zo voor deze situatie niet de rol spelen die hij vaak vervult, namelijk als referentie met de minimaal te verwachten beheersmaatregelen. Het voorschrift in het arbobesluit dat 'hijslasten niet verplaatst mogen worden boven niet beschermde werkplekken' kan relevant zijn, ware het niet dat nergens is uitgewerkt hoe een beschermde werkplek eruitziet. Ook de VVT-richtlijn voor mobiele kranen geeft op dit gebied weinig houvast, hoewel de richtlijn wel verschillende zones definieert, zoals het hijsgebied⁸². Dat stimuleert bescherming van personen die zich nabij een last bevinden voor montage en gevaar lopen door eventueel kantelen of vallen van de last niet, terwijl monteren wel onderdeel is van veel hijsoperaties.

77 Te weten: twee monteurs aan de boogvoet om de koppelplaten te bevestigen (die waren tijdens het ongeval nog niet nabij het boogbeen). Bij dit eerste boogbeen stonden ook twee monteurs en de werfleider op de montagetoren.

78 Algemene voorbeelden van bescherming zijn een beschermingsconstructie rondom de personen of een constructie die de beweging van het hijslast beperkt bij een val of kanteling. Ook kan het veiliger zijn om personen vanuit een hoogwerker te laten werken dan wanneer ze op een platform staan dat zich (deels) binnen het valbereik van de last bevindt.

79 De Onderzoeksraad heeft alleen een concept V&G-plan van de staalbouwer gezien, die nog met de hoofdaannemer besproken moest worden. In het deel 'projectspecifieke risico's' staat dat die in een latere fase worden bepaald. Voor zover bekend was er ten tijde van het ongeval geen nieuwere versie.

80 Zie bijlage G.2 voor een overzicht van de uitgewerkte risico's.

81 Artikel 7.18 van het Arbeidsomstandighedenbesluit

82 VVT, *Richtlijn mobiele kranen, Naslagwerk 4 - Kraan Veiligheidszones - Versie 02*, februari 2023. <https://www.verticaaltransport.nl/downloads/RMK - Naslagwerk 4 - Kraanveiligheidszones V02.pdf>

Rol van het hijsbedrijf

Een risicoanalyse inclusief bijbehorende maatregelen voor personen betrokken bij het werk draagt bij aan een veilige hijsoperatie.⁸³ Een maatregel kan bijvoorbeeld zijn om de seingever vanuit een hoogwerker te laten werken. Voor zo een analyse zag het hijsbedrijf destijds geen aanleiding.

Het hijsbedrijf bepaalde hoe de hijsoperatie werd uitgevoerd. Vanuit die positie kon het hijsbedrijf invloed uitoefenen op de montageaanpak van de staalbouwer waar de hijsoperatie onderdeel van was. In het bijzonder kon het hijsbedrijf invloed hebben op de positie van en maatregelen voor zijn werknemer die als seingever samen met de werfleider op het platform van de montagetoren stond om het boogbeen te volgen en de kraanmachinist te instrueren.

De risico's voor de betrokken medewerkers werkte het hijsbedrijf niet uit in de voorbereiding van de hijsoperatie. Het hijsbedrijf had voor dit project een RI&E met standaardelementen en daar stonden geen projectspecifieke risico's in.⁸⁴ Het zat niet in de werkwijze en procedures van het hijsbedrijf om buiten die RI&E risico's voor betrokken personen uit te werken of te controleren. Ook risico's voor andere personen die mogelijk nabij de hijslast zouden komen, zoals de monteurs van de staalbouwer, werden niet beschouwd. Daardoor is de montagewijze van de staalbouwer niet ter discussie gesteld door de betrokkenen van het hijsbedrijf. Hun aandacht ging voornamelijk uit naar het hijswerk tijdens de opbouw van de brug en op de latere taak van

het invaren van de brug. Het hijsbedrijf zag de montagewijze van de staalbouwer, die bij eerdere vergelijkbare projecten goed was verlopen, als veilig.

Tijdens het onderzoek heeft de Onderzoeksraad andere hijsbedrijven gesproken over werken nabij een last.⁸⁵ Al deze hijsbedrijven zeggen dat niemand onbeschermd onder een last mag zijn. Als er toch mensen in de buurt moeten zijn, werken de hijsbedrijven de bescherming in de voorbereiding uit voor hun eigen mensen of bespreken dit met de montagepartij. Verder gaven de hijsbedrijven aan dat zij een signaalfunctie hebben als mensen zich onbeschermd onder een last begeven, maar dat het gedurende een hijs niet goed mogelijk is om in te grijpen.

Rol van de hoofdaannemer

Een kritische toets van het werkplan voor de montage op risicobeheersing draagt bij aan een veilige uitvoering van het werk. In een eerder stadium had de hoofdaannemer ook kunnen bijdragen aan een veiligere uitvoering van het werk door te zorgen voor een betere projectspecifieke uitwerking van werkzaamheden, risico's en beheersmaatregelen bij de onderaannemers.

De hoofdaannemer heeft niet overwogen om het montagewerk te verbieden, omdat hij geen montageplan beoordeeld heeft; hij had geen montageplan ontvangen en hij verwachtte het ook niet. Hij zag immers geen aanleiding om de plaatsing van de boogbenen te beoordelen op andere aspecten dan het hijsen. Waarschijnlijk heeft meegespeeld dat het montagewerk ook eerder in het

⁸³ Deze risicoanalyse heeft als doel het zo klein als redelijkerwijs mogelijk maken van de risico's voor personen met inachtneming van de arbeidshygiënische strategie. De relevante risico's en beheersmaatregelen moeten daarbij in samenhang worden bekeken. Beheersmaatregelen voor een risico kunnen andere risico's vergroten, waardoor een maatregel die lager in de arbeidshygiënische strategie valt netto veiliger kan zijn.

⁸⁴ Deze RI&E bevatte het risico vallen van de last. Om dit risico te verkleinen waren diverse standaard beheersmaatregelen opgenomen. Een van deze beheersmaatregelen is de standaardregel 'wees niet in *the line of fire*' oftewel begeef je niet op het hijspad of in het verlengde daarvan. Ook de ander betrokken partijen hadden een soortgelijke regel over het niet aanwezig zijn onder een last.

⁸⁵ In de onderzoeksverantwoording (bijlage A) is de hiervoor gebruikte methode verder toegelicht.

project niet was genoemd in risicodocumenten.⁸⁶ Eerder in het project beoordeelde de hoofdaannemer het V&G-plan met de RI&E met standardelementen van de staalbouwer als voldoende.

Verder had de hoofdaannemer geen algemene aanleiding om aan het werk van de staalbouwer te twijfelen. Op veel aspecten van het werk voldeed de staalbouwer aan zijn verwachting. Tijdens het project heeft de hoofdaannemer een beoordeling van de staalbouwer gedaan, nog vóór de gunning van het project. Die beoordeling leverde niet het inzicht op dat de staalbouwer in de voorbereiding de projectspecifieke veiligheidsrisico's alleen bepaalde door zijn algemene RI&E op relevante elementen te filteren.

Deelconclusies

Een projectspecifieke risicoanalyse met beheersmaatregelen voor personen betrokken bij het werk draagt bij aan veilig montagewerk. De staalbouwer zag daar geen aanleiding voor. Hij paste zijn gebruikelijke werkwijze toe en dacht dat deze veilig genoeg was.

Ook het hijsbedrijf zag de meerwaarde daarvan niet in. Voor het hijsbedrijf was er in de voorbereiding geen aanleiding om de staalbouwer te vragen naar de montagewijze en bijbehorende risico's.

De wet- regelgeving voor hijsen gaat nauwelijks in op het monteren van hijslasten. Andere hijsbedrijven geven aan bescherming van personen nabij een hijslast mee te nemen in hun voorbereiding en indien nodig te bespreken met de opdrachtgever.

Een kritische toets van het werkplan voor de montage op risicobeheersing draagt bij aan een veilige uitvoering van het werk. De hoofdaannemer heeft dat niet gedaan, omdat hij geen montageplan beoordeeld heeft. Hij had geen montageplan ontvangen en verwachtte het ook niet.

In een eerder stadium zag de hoofdaannemer geen aanleiding om te zorgen voor een betere projectspecifieke uitwerking van werkzaamheden, risico's en beheersmaatregelen bij de onderaannemers.

⁸⁶ Het montagewerk ontbrak in het (concept)V&G-plan van de staalbouwer.

4 Conclusies

De onderzoeksvragen van dit onderzoek zijn:

1. Welke factoren in de voorbereiding en in de uitvoering maakten dat het boogdeel tijdens het hijsen op 21 februari 2024 uit de kranen viel?
2. Hoe kon het gebeuren dat er mensen op kwetsbare posities nabij de hijslast werkten?
3. Welke lessen zijn naar aanleiding van dit voorval te leren voor het vergroten van veiligheid bij hijsactiviteiten?

Het voorval

Het boogbeen van de brug in aanbouw viel toen het bijna in positie was gehesen voor montage. Het boogbeen verwoestte in zijn val het platform van de montagetoren waarop vier personen stonden die bij de hijs- en montageoperatie betrokken waren, waarvan er twee overleden en twee gewond raakten.

Het boogbeen kantelde terwijl het in twee kranen hing. Door de kanteling veranderde de belasting op de hijsogen en de hijsmiddelen zodanig dat één hijssoog afscheurde, waardoor die kant van het boogbeen viel en het montageplatform met de personen erop meenam. Tijdens de uitvoering van de hijsoperatie waren er geen afwijkende manoeuvres van de kranen en het boogbeen heeft ook geen ander object aangestoten.

Verklaringen voor het kantelen

De stabiliteitsmarge van het boogbeen was met de gebruikte hijsconfiguratie beperkt bij aanvang van de hijsoperatie en die marge nam verder af naarmate het boogbeen verder richting de montagestand gehesen werd. De Onderzoeksraad acht het zeer aannemelijk dat het boogbeen een zeer beperkte stabiliteitsmarge had toen het kantelde. Kleine bewegingen van het boogbeen, mede door de wind en de kraanbewegingen, waren op dat moment waarschijnlijk genoeg om het boogbeen uit evenwicht te krijgen en te doen kantelen.

Leerpunten

De Onderzoeksraad ziet bij dit voorval twee belangrijke leerpunten. Een voldoende grote stabiliteitsmarge draagt bij aan veiliger hijsen. En risicoanalyse en beheersmaatregelen voor personen in het valbereik van een hijslast dragen bij aan veiliger montagewerk. Voor het uitvoeren van deze handelingen zagen de hoofdaannemer, de staalbouwer en het hijsbedrijf destijds geen aanleiding.

De verschillende betrokken partijen hadden, mede op basis van eerdere projecten uit het verleden, veel vertrouwen in elkaar. De hoofdaannemer, de staalbouwer en het hijsbedrijf zagen daardoor de meerwaarde niet van het projectspecifiek analyseren van de risico's voor het hijsen en monteren. Hierdoor zijn risico's en beheersmaatregelen niet onderling besproken en

ontbrak een aanleiding om elkaar daarop te controleren. Op die manier kon het verschil in verwachting tussen het hijsbedrijf en de staalbouwer ten aanzien van de toetsing van stabiliteit hierdoor blijven bestaan. Ook kon de montage plaatsvinden zonder dat er naar alternatieven of beschermingsmaatregelen voor de betrokken personen was gekeken.

5 Aanbevelingen

Stabiliteit

Het voorval heeft zich voor kunnen doen doordat de last – het boogbeen van de brug – met de gekozen hijsconfiguratie onvoldoende stabiliteitsmarge had voor deze hijsoperatie en kon kantelen. De stabiliteitsmarge van een hijslast hangt vooral af van de manier waarop hij aan een kraan wordt bevestigd. Hijsbedrijven moeten daarom voor hijsconfiguraties met voldoende stabiliteitsmarge zorgen, in ieder geval bij hijsoperaties waarin zij wettelijk verantwoordelijk zijn voor de voorbereiding.⁸⁷ Zij hebben dan baat bij een brancherichtlijn die hen daarbij ondersteunt. Daartoe doet de Onderzoeksraad de volgende aanbevelingen:

Aan Aertssen Group NV:

1. Zorg voor hijsconfiguraties met voldoende stabiliteitsmarge van de hijslast in de voorbereiding van hijsoperaties. Neem de stabiliteitsanalyse van hijslasten op in de voorbereidingsprocessen van hijsoperaties en leid medewerkers daarvoor op.

Aan de Vereniging Verticaal Transport:

2. Herzien de brancherichtlijn voor mobiele kranen om hijsbedrijven in de voorbereiding van hijsoperaties te helpen met de beoordeling van de stabiliteit van een hijslast. Voeg aan de richtlijn praktische stappen toe voor het toetsen van de stabiliteit van hijslasten en voor het vergroten van de stabiliteitsmarge.
3. Deel de herziene brancherichtlijn met de Belgische branchevereniging VBKV.

Hijslasten moeten altijd voldoende stabiliteitsmarge hebben, ook als de huurder van de kraan verantwoordelijk is voor de voorbereiding en niet het hijsbedrijf. Daarom doet de Onderzoeksraad ook de volgende aanbeveling:

Aan de Vereniging Verticaal Transport:

4. Ondersteun hijsbedrijven bij het beheersen van het risico op instabiliteit bij hijsoperaties die met bemand kraanverhuur worden uitgevoerd.

⁸⁷ De Arbowet onderscheidt twee soorten hijsoperaties met verschillende verantwoordelijkheidsverdelingen. Als een hijsbedrijf een kraan (bemand) verhuurt is de huurder verantwoordelijk voor de veiligheid, terwijl een hijsbedrijf zelf verantwoordelijk is als deze het hijsen als project uitvoert.

Risico's voor personen

De val van het boogbeen heeft geleid tot twee doden en twee gewonden. Als bedrijven risico's voor personen die op kwetsbare posities nabij een last werken evalueren en beheersen, draagt dat bij aan veiliger werken. Daartoe doet de Raad de volgende aanbeveling:

Aan Aelterman BV en aan Aertssen Group NV:

5. Bereid hijs- en montagewerkzaamheden zo voor dat er geen personen nabij een hijslast hoeven te werken en als ze dat wel moeten, zorg dan voor beheersmaatregelen om het risico te verkleinen.

Om hijsbedrijven beter in staat te stellen risico's voor personen betrokken bij hijsoperaties te herkennen en te analyseren en dat met opdrachtgevers te kunnen bespreken, hebben zij baat bij een brancherichtlijn met praktische beheersmaatregelen voor het monteren van hijslasten en andere werkzaamheden waarbij mensen op kwetsbare posities werken. Daartoe doet de Raad de volgende aanbeveling:

Aan Vereniging Verticaal Transport:

6. Herzien de brancherichtlijn voor mobiele kranen om hijsbedrijven in de voorbereiding van hijs- en montagewerkzaamheden te helpen zorgen dat er geen personen nabij een hijslast hoeven te werken en, als personen dat wel moeten, dat ze kunnen zorgen voor beheersmaatregelen die het risico verkleinen. En neem dit mee in de ontwikkeling van de vierde arbocatalogus verticaal transport.

7. Deel de herziene brancherichtlijn met de Belgische branchevereniging VBKV.

Risicobeheersing

De hoofdaannemer heeft een grote rol en verantwoordelijkheid in de risicobeheersing. Uit het onderzoek bleek dat verschillende partijen de meerwaarde niet zagen van projectspecifieke risicobeheersing voor het hijs- en montagewerk. Het ontbreken daarvan werd niet opgemerkt, want voor de bouw van de brug – als deelproject – ontbrak onderlinge controle hierop en in de systematiek voor gezamenlijke risicobeheersing van de hoofdaannemer kwam de montage van de brug niet aan bod. Daartoe doen wij de volgende aanbeveling:

Aan BAM Infra BV:

8. Laat projectteams voor elk deelproject de projectspecifieke veiligheidsrisico's van de uitvoering inventariseren. Laat onderaannemers bijdragen aan deze analyses.

Onderzoeksverantwoording

A.1 Aanleiding

In Lochem werd een nieuwe brug – de Nettelhorsterbrug – over het Twentekanaal gebouwd als deel van een groter project om de verkeerstromen in de regio te verbeteren. Op woensdag 21 februari 2024 viel tijdens de bouw van de brug een boogdeel naar beneden. Dit boogdeel hing in twee mobiele telescoopkranen op de voorbouwlocatie⁸⁸ (zie paragraaf 2.1, figuur 4) in Lochem. Bij het voorval kwamen twee werknemers om het leven en raakten er twee gewond, van wie één ernstig.

Onderzoekers van de Onderzoeksraad voor Veiligheid hebben op de dag van het ongeval de ongevalslocatie bezocht. Een paar weken later zijn de onderzoekers nogmaals ter plaatse geweest toen het terrein nog als plaats delict door de Nederlandse Arbeidsinspectie nog was aangemerkt. Daarbij hebben ze de bouwplaats en brugdelen visueel geïnspecteerd en foto's gemaakt. Ook hebben zij toen eerste verkennende gesprekken gevoerd met de hoofdaannemer. De Nederlandse Arbeidsinspectie heeft de direct betrokkenen op de dag van het ongeval gesproken en deze informatie gedeeld met de Onderzoeksraad. Op deze manier hebben de onderzoekers

zich een eerste beeld gevormd van het voorval. Op 5 maart 2024 besloot de Onderzoeksraad voor Veiligheid het voorval te onderzoeken.

A.2 Doel en onderzoeksvragen

Doel van dit onderzoek is het formuleren van veiligheidslessen naar aanleiding van dit ongeval om de veiligheid in vergelijkbare situaties te vergroten. Dit onderzoek richt zich op het identificeren en beheersen van de risico's in de voorbereidingsfase van het bouwproject, in het bijzonder het risico van instabiliteit van de hijslast en risico's voor personen bij het monteren van hijslasten.

Bij het besluit om het voorval te onderzoeken gaf de Raad verschillende redenen. Allereerst vindt de Onderzoeksraad dat werknemers in de bouw mogen verwachten dat zij tijdens hun werkzaamheden veilig zijn. Daarnaast heeft de Onderzoeksraad eerder een hijsongeval⁸⁹ onderzocht, waarvan de bevindingen en lessen mogelijke gelijkenissen zouden kunnen vertonen met dit voorval. Ten slotte wilden we weten of organisatorische complexiteit een rol heeft gespeeld⁹⁰ en waardoor het op een

⁸⁸ Een voorbouwlocatie is een bouwlocatie op het land waar de afzonderlijke stalen brugdelen worden opgebouwd waarna de stalen brug wordt ingevaren en dus op zijn definitieve plek wordt gezet.

⁸⁹ Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Hijsongeval Alphen aan den Rijn*, juni 2016.

⁹⁰ Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Bouwen aan constructieve veiligheid*, oktober 2018

eerder moment kantelen van een ander brugdeel niet tot stillegging van de werkzaamheden heeft geleid.

In eerste instantie kende dit onderzoek daarom een dubbele focus: op de belangrijkste factoren die dit ongeval mogelijk maakten; en op de omgang met onverwachte gebeurtenissen op de bouwplaats. Naarmate meer bekend werd over de toedracht heeft de Raad ervoor gekozen om af te zien van het tweede onderdeel. De aandacht is uiteindelijk gericht op twee aspecten:

- de stabiliteit van de hijslast;
- het werken in het valbereik van een last.

Onderzoeksvragen

De Onderzoeksraad heeft gewerkt met de volgende onderzoeksvragen:

1. Welke factoren in de voorbereiding en in de uitvoering maakten dat het boogdeel tijdens het hijsen op 21 februari 2024 uit de kranen viel?
2. Hoe kon het gebeuren dat er mensen op kwetsbare posities nabij de hijslast werkten?
3. Welke lessen zijn naar aanleiding van dit voorval te leren voor het vergroten van veiligheid bij hijsactiviteiten?

Deze onderzoeksvragen richten zich op de factoren die in causaal verband staan tot de oorzaak van het ongeval, waarbij in ieder geval aandacht wordt besteed aan de volgende factoren in de voorbereiding en de uitvoering van de hijswerkzaamheden.

Vorbereiding:

- Het ontwerp van het boogbeen en de bijbehorende hijsconfiguratie.
- De risicobeheersing in veiligheidsplannen, instructies, montage- en hijsplannen voor de verschillende hijslocaties. Met daarbij – met de kennis achteraf – de focus op de aandacht voor de stabiliteitsmarge van een gebogen boogbeen en de positie van de hijspunten ten opzichte van het zwaartepunt.
- De communicatie tussen de verschillende betrokkenen.
- Het veiligheidsmanagement van de betrokken partijen, zowel individueel als gezamenlijk.

Uitvoering:

- De risicobeheersing op de dag van hijsen, waaronder de veiligheids- en montage-instructies.
- De uitvoering van de hijswerkzaamheden inclusief de opvolging van het hijsplan, mede in relatie tot afspraken en gewoontes.
- De invloed van de weersomstandigheden tijdens het hijsen.
- De invloed van de fysieke/ruimtelijke omstandigheden van de hijslocatie.

Afbakening

Dit onderzoek richt zich op het samenspel van factoren dat heeft geleid tot het vallen van het boogdeel tijdens het hijsen, waardoor twee medewerkers zijn overleden en twee gewond zijn geraakt.

De hijsbehandelingen van deze brugdelen voorafgaand aan het ongeval worden ook in het onderzoek betrokken. Mogelijk komt hieruit informatie naar voren over het gedrag van de brugdelen tijdens het hijsen.

Het onderzoek richt zich op de volgende vier uitvoeringspartijen (figuur 1):

- Hoofdaannemer *BAM Infra B.V.*: voor het aanleggen van een rondweg bij Lochem inclusief een nieuwe brug over het Twentekanaal.
- Staalbouwer *Aelterman B.V. (België)*: de onderaannemer voor de bouw van de brug.
- Hijsbedrijf *Aertssen Kranen N.V. (België)*: hijsbedrijf, als uitvoerder van de transportwerkzaamheden, inclusief hijsen.
- Ingenieursbureau *Stendess N.V. (België)*: deed detailontwerp van de brug en uitwerking van de tekeningen, waaronder gedrag van brugdelen tijdens het hijsen en dimensionering hijsogen.

Hoewel het mogelijk is dat er ook lessen voor andere betrokken partijen te leren zijn, heeft de Onderzoeksraad het onderzoek tot de direct bij de uitvoering en voorbereiding betrokken partijen beperkt, mede vanwege de beschikbare onderzoekscapaciteit.

Buiten deze scope van het onderzoek vallen:

- de gevolgschade, de crisisbeheersing en de berging;
- de andere bouwwerkzaamheden die onderdeel zijn van de aanleg van de rondweg of de voorbereiding daarvan;
- de *provincie Gelderland*: de publieke opdrachtgever van de bouw van de Nettelhorsterbrug;
- *wUrck B.V.*: architect van de brug;
- *Arcadis N.V.*: vanuit de provincie ingehuurd voor kwaliteitsbewaking staalbouw;
- *Seconed B.V.*: vanuit de hoofdaannemer ingehuurd voor kwaliteitsbewaking van de staalbouw;
- *Michielsens Kranen N.V. (België)*: dochteronderneming van de Aertssen Group en mede-uitvoerder van de hijswerkzaamheden;
- *HEBO Maritiemservice B.V.*: vervoerder van de brugdelen over het water;
- *de gemeente Lochem*: de vergunningsverlener van de werkzaamheden en toezichthouder op de vergunning;
- *Nederlandse Arbeidsinspectie*: vanuit hun toezichthoudende rol op arbeidsveiligheid op de bouwlocatie. De Arbeidsinspectie is na het dodelijke ongeval een strafrechtelijk onderzoek gestart (zie bijlage A.3);
- *Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid*: als wetgevend orgaan op de Arbeidsomstandighedenwet en onderliggende regelgeving en de invulling van het toezicht daarop.

A.3 Onderzoeksaanpak

Het onderzoek is gestart met bepalen van de toedracht van het ongeval en de voorbereiding op de werkzaamheden. Hiervoor zijn de (direct) betrokkenen geïnterviewd. Gelijktijdig zijn documenten van de voorbereiding en de uitvoering van de hijswerkzaamheden zijn opgevraagd en ontvangen. Ook zijn foto- en filmbeelden verzameld van de verschillende hijsoperaties om de deelprocessen zichtbaar te maken. Gedurende het onderzoek zijn interviews gehouden met andere betrokkenen, zijn dossierstukken opgevraagd en is inzage gekregen in (digitale) beheerssystemen.

In een vroeg stadium van het onderzoek is ook gestart met het begrijpen en verklaren van het vallen van het boogbeen. Omdat de Onderzoeksraad zelf niet over voldoende expertise beschikt, hebben wij ons laten adviseren door Eager.One B.V.. Dit adviesbureau heeft ook de hijsvoorbereiding beoordeeld en haar bevindingen gepresenteerd en toegelicht aan het onderzoeksteam. Zie bijlage H voor de rapportages van het adviesbureau.

Het onderzoek van het Openbaar Ministerie (OM) overlapt met de eerste onderzoeksvraag van de Onderzoeksraad. Omdat het (strafrechtelijke) onderzoek door de Nederlandse Arbeidsinspectie al langer loopt, wordt gebruik gemaakt van het onderzoeksmateriaal dat door de Arbeidsinspectie is verzameld. Om dubbel werk te voorkomen, zijn er afspraken gemaakt met de Arbeidsinspectie en het OM. Onder andere over eventueel materiaalkundig onderzoek door TNO in opdracht van het OM. De Onderzoeksraad volgt deze onderzoeken nauwlettend om tot een eigenstandig oordeel over de bevindingen te kunnen komen. Waar nodig laat de Onderzoeksraad een onafhankelijke toets uitvoeren op de resultaten van het technische onderzoek.

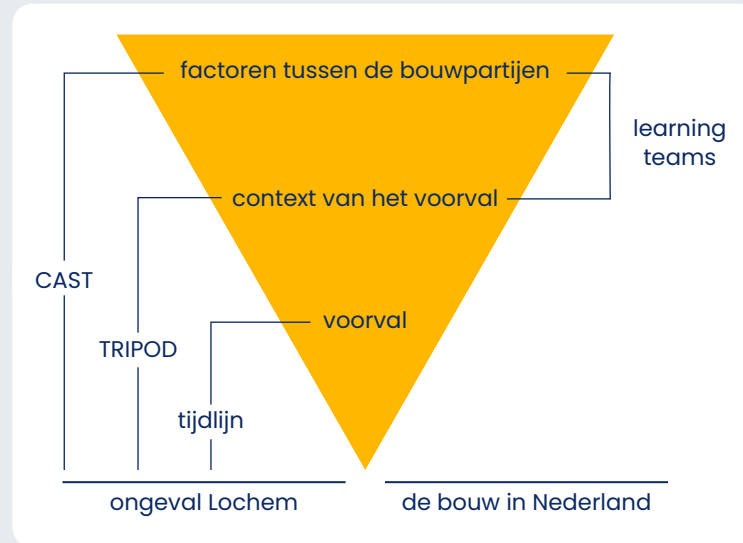
Om breder inzicht te krijgen in waar werkvoorbereiders van hijsbedrijven in de praktijk mee te maken hebben, zijn *Learning Team* sessies georganiseerd met deze medewerkers bij andere hijsbedrijven.

De verzamelde informatie is op verschillende manieren geordend en geanalyseerd. De belangrijkste methoden zijn hieronder beschreven. Toen de uitkomsten van de analyse voldoende diepgang en zekerheid had, is een schrijfplan opgesteld. Op basis daarvan is het rapport geschreven.

De voortgang van het onderzoeksproces is elke paar weken besproken door het gedelegeerd raadslid, de onderzoeksmanager en de projectleider en waar nodig bijgestuurd. De aanpak en tussenresultaten zijn verschillende malen besproken met de Onderzoeksraad en de begeleidingscommissie van dit onderzoek (paragraaf A.7). Collega's uit andere onderzoeksteams zijn ingezet om in de verschillende fasen van het onderzoek tegen te denken. Het conceptrapport is ter inzage voorgelegd aan betrokken partijen, die het rapport op feitelijke onjuistheden mochten controleren (zie bijlage B).

A.4 Onderzoeksmethoden

Voor het onderzoek vonden er analysesessies plaats voor de toedracht, reconstructie en het bepalen van relaties en bijdragende en systemische factoren. Daarbij zijn de volgende middelen ingezet: tijdlijnanalyse, stakeholderanalyse, TRIPOD bèta, STAMP en *Learning Team* sessies. In figuur 19 is weergegeven welke methode op welk deel van het onderzoek de betrekking had.



Figuur 19: Relatie tussen onderzoeksmethoden en onderdelen van het onderzoek (bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid).

Toedracht

Hoofdstuk 2 bevat een beschrijving van de toedracht van het ongeval, vanaf de laatste fase in de voorbereiding. Deze is gebaseerd op het onderzoek ter plaatse, foto- en camerabeelden van het ongeval, dossieronderzoek en de analyse door het ingehuurde adviesbureau van het hijsplan en de stabiliteitsmarge van het boogbeen.

Tijdlijnanalyse

Op basis van dossieronderzoek met onder andere e-mails en verklaringen konden we een tijdlijn reconstrueren, waarbij een beeld is gekregen over de voorbereiding van de werkzaamheden. Mondelinge communicatie ontbreekt daarin.

Ongevalseanalyse (TRIPOD)

De TRIPOD is enerzijds gericht op het in kaart brengen van de achterliggende factoren van de ongewenste gebeurtenissen en het verkrijgen van inzicht in de risico's die in het systeem van het beheersen van de veiligheid aanwezig zijn en anderzijds op de preventieve en herstelmaatregelen die hierop (kunnen) worden ingezet. De TRIPOD-ongevalseanalyse vormde de ruggengraat van ons onderzoek. Gedurende het onderzoek was het een levend document. In de TRIPOD werden de inzichten die het team krijgt uit het verzamelde onderzoeksmateriaal (interviews, sessies, documentatie, externe onderzoeken) geordend, hetgeen vaak weer aanvullende vragen oproept en aanleiding is voor aanvullende uitvragen voor informatie of interviews. De TRIPOD vormde de basis voor de analyse van de ongevalsfactoren in hoofdstuk 3.

Systeemanalyse (STAMP)

STAMP staat voor (System-Theoretic Accident Model and Processes). Met behulp van een STAMP-analyse is het systeem inzichtelijk gemaakt. Hierbij wordt de hiërarchische controlestructuur van het systeem in kaart gebracht, waarbij rollen, verantwoordelijkheden en interacties tussen verschillende niveaus, zoals regelgeving, organisatie, en operaties) worden geanalyseerd. De STAMP-analyse vormde de basis voor de causale analyse van de achterliggende factoren in hoofdstuk 3.

Learning Team-sessies

In lijn met het gedachtengoed van *Learning teams*⁹¹, zijn voor dit onderzoek medewerkers uit de hijssector geïnterviewd om beter begrip te krijgen van het werk inclusief de context waarbinnen deze mensen beslissingen moeten nemen. De nadruk ligt op de

⁹¹ T. Robbins et al., 'Evaluation of Learning Teams Versus Root Cause Analysis for Incident Investigation in a Large United Kingdom National Health Service Hospital', *Journal of Patient Safety*, December 2021, p. e1800-e1805.

variabiliteit in het werk en hoe mensen daar in de dagelijkse gang van zaken mee omgaan.

Tijdens gesprekken hebben werkvoorbereiders van drie Nederlandse en Vlaamse middelgrote⁹² hijsbedrijven vertelt over waar ze in de praktijk mee te maken hebben, met name gericht op de voorbereiding, de hijsplannen en de uitvoering van een hijsoperatie. De keuze voor middelgrote hijsbedrijven is gebaseerd op het voor de hijsoperatie van het ongeval benodigde materieel, zodat het hijsbedrijven betreft die deze hijsoperatie mogelijk ook hadden kunnen uitvoeren.

Deze interviews maakten inzichtelijk welke factoren uitsluitend bij dit ongeval speelde of dat er sprake is van een breder achterliggende oorzaak, zoals beschreven in hoofdstuk 3.

A.5 Onderzoeksinformatie en -rapportage

Onderzoeksinformatie

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden zijn gegevens uit verschillende bronnen verzameld, zoals:

- interviews met betrokkenen en deskundigen;
- foto- en filmbeelden hijswerkzaamheden voorafgaande en tijdens het ongeval, afkomstig van de hoofdaannemer, het hijsbedrijf, de staalbouwer, Nederlandse Arbeidsinspectie, media en getuigen.
- interne bedrijfsdocumenten van de betrokken partijen, zoals procedures, emailverkeer en contracten;
- vigerende wet- en regelgeving en brancherichtlijnen;
- (wetenschappelijke) literatuur.

Interviews

In totaal zijn tijdens het onderzoek ongeveer dertig personen geïnterviewd. Daarbij is allereerst gesproken met de betrokken bij de hijsactiviteiten op 21 februari 2024 en de dagen ervoor, vervolgens met personen betrokken bij de voorbereiding van de hijsoperatie. Waarbij de interviews zich richtte op de stabiliteit van het boogbeen en de veiligheidsbeheersing van de hijsactiviteiten. De interviews waren half-gestructureerd. Daarbij geeft de geïnterviewde zelf zijn verhaal vorm, terwijl met een vragenlijst wordt nagegaan of alle relevante zaken aan de orde gekomen zijn, overeenkomstig de onderzoeksvragen en de betrokkenheid van de geïnterviewde.

De interviews vonden plaats met twee onderzoekers van de Onderzoeksraad en werden conform de interne interviewrichtlijn gehouden. Van de interviews is een woordelijk verslag gemaakt dat is toegestuurd aan de geïnterviewde personen.

Rapportage

Het voorliggende rapport sluit aan bij de aard van het onderzochte voorval en de werkwijze van de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Er is gekozen voor een structuur waarbij de hoofdtekst geschikt moet zijn voor de gemiddelde lezer en technische analyses zijn opgenomen in de (separate) bijlagen. Het rapport is tot stand gekomen volgens geijkte interne rondes van feedback- en peer-review om de kwaliteit en correctheid te vergroten.

⁹² Bedrijven met meerdere mobiele telescoopkranen waaronder kranen met een capaciteit van 500 ton of meer, maar niet de grootste hijsbedrijven die veelal wereldwijd opereren.

A.6 Onderzoeksteam

Het onderzoek startte met een onderzoeksteam van twee onderzoekers en een projectleider. Daarna is de samenstelling en omvang van het team gedurende het onderzoek verschillende keren gewijzigd. Er waren maximaal vier onderzoekers tegelijk bij het onderzoek betrokken. Het team werd ondersteund door een adviseur onderzoek en ontwikkeling, een technisch adviseur, een secretaris en het projectsecretariaat. Deze ondersteuningsrollen zijn gedurende het project door verschillende personen ingevuld.

A.7 Begeleidingscommissie

De Onderzoeksraad heeft voor het onderzoek naar hijsongeval Lochem een begeleidingscommissie ingesteld. Deze commissie bestond uit externe leden met voor het onderzoek relevante deskundigheid onder voorzitterschap van een lid van de Onderzoeksraad. De externe leden hadden op persoonlijke titel zitting in de begeleidingscommissie. Gedurende het onderzoek is de commissie vier keer bijeengekomen om met de Onderzoeksraad van gedachten te wisselen over de opzet, de resultaten van het onderzoek en aanbevelingen. De commissie vervulde een adviserende rol binnen het onderzoek. De eindverantwoordelijkheid voor het rapport en de aanbevelingen ligt bij de Onderzoeksraad.

De commissie was als volgt samengesteld:

- Dr. E.A. Bakkum, voorzitter begeleidingscommissie. Onderzoeksraad voor Veiligheid, raadslid;
- Prof. mr. dr. E.M. Bruggeman, directeur Instituut voor Bouwrecht en hoogleraar Bouwrecht aan de faculteit Bouwkunde van de Technische Universiteit Delft;
- A.G. Klijn, directeur van ESTA: *the European association for abnormal road transport and mobile cranes*;
- Prof. dr. ir. G.L.L. Reniers, hoogleraar *Safety of Hazardous Materials* aan de faculteit Techniek, Bestuur en Management van de Technische Universiteit Delft;
- Prof. dr. ir. L. Volker, hoogleraar *Integrated Project Delivery* bij de afdeling Civiele Techniek en Management van de Universiteit Twente en raadslid van de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur;
- Prof. dr. ir. J.W.F. Wamelink, hoogleraar *Construction Management and Entrepreneurship* aan de faculteit Bouwkunde van de Technische Universiteit Delft.

Reacties op conceptrapport

Het conceptrapport (zonder samenvatting, beschouwing en aanbevelingen) is voorgelegd aan de betrokken partijen. Deze partijen is gevraagd het rapport te controleren op feitelijke onjuistheden en onduidelijkheden. Een aantal betrokkenen heeft van de mogelijkheid gebruik gemaakt om te reageren.

De reacties en de toelichting van de Onderzoeksraad over het wel of niet verwerken ervan zijn opgenomen in een tabel die te vinden is op de website van de Onderzoeksraad (www.onderzoeksraad.nl).

Referentiekader

Bij elk onderzoek stelt de Onderzoeksraad een referentiekader op, dat op hoofdlijnen beschrijft welke uitgangspunten wij bij onze analyses en oordelen hanteren. Daarvoor putten we uit algemene uitgangspunten, wetten, regels, richtlijnen, wetenschappelijke inzichten, (*best practices*), et cetera, zolang deze relevant zijn voor het voorliggende onderzoek. Deze referenties kunnen zelf ook ter discussie staan tijdens het onderzoek; ze kunnen na onderzoek niet (goed) blijken te passen bij de onderzochte situatie of zelfs bijdragen aan een onveilige situatie.

We onderzoeken, formuleren lessen en aanbevelingen en delen die vervolgens met de sectoren. Het referentiekader vormt een belangrijke basis voor de aanbevelingen. Deze paragraaf beschrijft de uitgangspunten die wij in dit onderzoek hebben gehanteerd om te beoordelen hoe de betrokken partijen en andere verantwoordelijke partijen de veiligheid in de hijsbranche borgen.

De Onderzoeksraad erkent dat een risicoloze maatschappij niet bestaat, en hanteert dan ook als uitgangspunt dat in elk proces zaken kunnen misgaan die tot schade of gevaar kunnen leiden. Wel zijn wij van mening dat verantwoordelijke partijen elk gevaar

moeten beperken voor zover dat redelijkerwijs mogelijk is. Partijen hebben een zwaardere verantwoordelijkheid voor de veiligheid wanneer hun activiteiten grotere risico's kennen, wanneer zij meer kunnen doen om deze risico's te beheersen, en wanneer werknemers juist minder kunnen doen om zich tegen risico's te beschermen.

C.1 Verantwoordelijkheden bouwpartijen

Werknemers in de bouwsector brengen verplicht veel van hun tijd door op de bouwplaats. Partijen in deze sector hebben de wettelijke en maatschappelijke verplichting op de werklocatie de veiligheid van hun eigen medewerkers en die van andere betrokken partijen te borgen. Dit zijn de randvoorwaarden waarbinnen alle projectpartners tijdens elke fase van het bouwproces veilig bijdragen aan een systemische en continue beheersing van risico's.

Bij het uitvoeren van een risicovolle activiteit, zoals hijsen, draagt de partij voor wie de handeling een hoofdactiviteit is, als eerste de verantwoordelijkheid voor het beheersen van de risico's ervan. Elke partij hoort te weten welke risico's zijn activiteit met

zich meebrengt⁹³ en hoort maatregelen te nemen om deze risico's zo goed mogelijk te beheersen. Dat vraagt van elke partij dat hij overziet hoe ver zijn kennis, ervaring en deskundigheid reikt. Daarbij gaat het niet alleen om ervaringsdeskundigheid, maar nadrukkelijk ook om inzicht in de mechanismen die bij de bouwactiviteit een rol spelen. Bij het nemen van maatregelen verwacht de Raad toepassing van de arbeidshygiënische strategie⁹⁴, waarbij een bronaanpak de voorkeur heeft boven achtereenvolgens collectieve beschermingsmaatregelen, individuele beschermingsmaatregelen en persoonlijke beschermingsmiddelen. Daarbij verwacht de Raad ook dat partijen zich informeren over innovaties en *best practices* in hun sector en die voor elk project opnieuw naar de praktijk vertalen.

De Onderzoeksraad verwacht dat bouwpartijen een gezamenlijke vorm van veiligheidsmanagement realiseren. Dat is nodig omdat bouwpartijen bij de bescherming van hun persoon ook rekening moeten houden met gelijktijdige activiteiten van andere bouwpartijen, want activiteiten kunnen op elkaar inwerken en voor risico's van niet direct-betrokken personen zorgen. Dat veiligheidsmanagement moet een doorlopend proces zijn tijdens een bouwproject. Niet alleen omdat bouwactiviteiten gaandeweg in meer detail worden uitgewerkt en gepland, maar risico-inventarisatie, analyses en veiligheidsaanpak zijn ook dynamisch met elkaar verbonden; zij beïnvloeden elkaar.

De bouwpartijen moeten werken aan een 'doorleefd' en project-specifiek risicodossier, waarin gesignaleerde (potentiële) veiligheidsrisico's zijn gedocumenteerd, geagendeerd en beoordeeld.⁹⁵ Ook moeten de bouwpartijen gelijktijdige activiteiten afstemmen en voor die activiteiten uitvoeringsplannen⁹⁶ opstellen en uitwisselen⁹⁷ als de risico's daarom vragen.

Alle bouwpartijen hebben een verantwoordelijkheid in het gezamenlijk veiligheidsmanagement. De hoofdaannemer levert de projectorganisatie die het risicodossier beheert en haalt informatie over voorgenomen activiteiten en risico's op bij de onderaannemers. Onderaannemers leveren informatie aan en halen risico's van gelijktijdige activiteiten van anderen op om die te vertalen naar de veiligheid van de eigen werknemers. Als een onderaannemer zelf ook opdrachtgever is van een onderaannemer, dan dient hij ervoor te zorgen dat die onderaannemer dat ook doet. De hoofdaannemer kan tegenspraak organiseren voor projectonderdelen met grote onzekerheid of grote risico's, met als doel de risicobeheersing te verbeteren. Deze tegenspraak kan gevoerd worden door de leden van het bouwteam eventueel aangevuld met materie-deskundigen.

Als de risico's van een gelijktijdige activiteit voor het personeel van een bouwpartij groot zijn, kan dat aanleiding zijn voor die

93 Startpunt is een inventarisatie van de risico's. Deze bestaat uit: a) een systematische inventarisatie van de ongewenste gebeurtenissen die kunnen optreden; b) een zo goed mogelijk onderbouwde inschatting van de kans dat deze ongewenste gebeurtenissen optreden; c) een zo goed mogelijk onderbouwde inschatting van de aard en omvang van hun gevolgen.

94 Zoals ook in de Arbowetgeving genoemd in artikel 3 van de Arbeidsomstandighedenwet en in artikel 4.4 Arbeidsomstandighedenbesluit.

95 Vijf voorwaarden voor goed veiligheidsmanagement zijn: inzicht in risico's als basis veiligheidsaanpak; aantoonbare en realistische veiligheidsaanpak; uitvoeren en handhaven veiligheidsaanpak; aanscherpen veiligheidsaanpak; managementsturing en -betrokkenheid.

96 Met een beschrijving van de stappen, het materiaal, de beheersmaatregelen, de verantwoordelijkheden en het restrisico.

97 Ter informatie of goedkeuring.

partij om te controleren of de afgesproken beheersmaatregelen zijn genomen door de bouwpartij die de activiteit leidt.⁹⁸ Hoe zo een controle wordt ingericht is aan de controlerende bouwpartij; zij zullen afhankelijk van de risico's, de eigen expertise en beschikbare branchemiddelen de controle op systeem-, proces-, en productniveau uitvoeren. Idealiter deelt de controlerende bouwpartij de bevindingen ook met de andere partijen om het gezamenlijke veiligheidsmanagement te verbeteren.

C.2 Wettelijke verantwoordelijkheden bij hijsen

Werknemers moeten veilig kunnen werken. Daar is de Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet) voor. De Arbowet verplicht werkgevers ervoor te zorgen dat de werkzaamheden geen gevaar opleveren voor de veiligheid en gezondheid van werknemers.

De verantwoordelijkheden van het hijsbedrijf en de opdrachtgever hangen af van het soort hijsopdracht. De richtlijn mobiele kranen⁹⁹ van de VVT beschrijft welke partij bij hijswerkzaamheden als regievoerend moet worden gezien. Als het hijsbedrijf de verplaatsing van de last als project uitvoert voor een opdrachtgever, dan is het hijsbedrijf de regievoerende partij. Het hijsbedrijf heeft dan de rol van de werkgever in de zin van de Arbowet, en de werkzaamheden worden voorbereid en uitgevoerd onder zijn verantwoordelijkheid. Als een hijsbedrijf een hijskraan met machinist verhuurt is de opdrachtgever de regievoerende partij. De opdrachtgever heeft dan de rol van de werkgever in de zin van de Arbowet, de hijswerkzaamheden worden voorbereid en uitgevoerd onder zijn verantwoordelijkheid.

⁹⁸ De Raad heeft eerder gewezen op de verantwoordelijkheden van partijen in bouwprojecten. Zie bijvoorbeeld de onderzoeken: Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Instorting verdiepingsvloer B-Tower Rotterdam*, april 2012; Onderzoeksraad voor Veiligheid, *Instorten van het dak van de aanbouw van het stadion van FC Twente, te Enschede*, juli 2012, waarin is gewezen op de noodzaak van kwaliteitswaarborgen van het werk van anderen.

⁹⁹ VVT, *Richtlijn mobiele kranen, versie 04*, december 2023. <https://www.verticaaltransport.nl/downloads/RMK - Richtlijn Mobiele Kranen - V04.pdf>

¹⁰⁰ Zie hoofdstuk 2 en Bijlage D voor meer informatie over stabiliteit.

C.2.1 Stabiliteit van een hijslast

De stabiliteit van een hijslast hangt niet alleen van de last zelf af, maar ook af van de manier waarop hij aan de kraan/kranen wordt bevestigd.¹⁰⁰ Daarom ziet de Onderzoeksraad stabiliteit van de hijslast als onderdeel van de verantwoordelijkheid voor de voorbereiding van een hijsoperatie. Keuzes uit de ontwerpfase van een bouwproject hebben invloed op vorm en massa van hijslasten en dus stabiliteit, maar zijn niet allesbepalend. De uiteindelijke stabiliteit volgt uit de manier waarop de last aan de kraan/kranen wordt bevestigd.

Wetgeving

De Arbowetgeving (wet en besluit) bevat geen specifieke voorschriften die betrekking hebben op de stabiliteit van hijslasten. Ook de arbocatalogus voor verticaal transport behandelt het niet.

De Omgevingswet stelt via de Eurocodes - waaronder NEN-1990 - eisen aan constructieonderdelen van bouwwerken zoals het boogbeen. Constructieonderdelen moeten zijn getoetst op hun structurele integriteit (sterkte en vormvastheid) bij verplaatsen. De ontwerper van het constructiedeel kan vanuit deze verantwoordelijkheid randvoorwaarden stellen aan het verplaatsten ervan. Het is aan de opdrachtgever om die randvoorwaarden en andere relevante gegevens zoals de massa en de positie van het zwaartepunt te delen met de partij die verantwoordelijk is voor de voorbereiding van de hijsoperatie. Hierdoor kan verplaatsing van het constructieonderdeel met behoud van structurele integriteit plaats vinden. De Eurocode stelt geen eisen aan stabiliteit van bouwdelen ten aanzien van het

kantelen van het bouwdeel als het gehesen wordt.

Branchevereniging, -richtlijnen en -opleidingen

De Nederlandse Vereniging Verticaal Transport (VVT) ondersteunt de sector bij het veilig hijsen van lasten. Zij doen dit onder andere doormiddel van richtlijnen, opleidingen en certificeringen. Hiernaast is er ook een internationale brancheorganisatie deze valt buiten dit onderzoek.

De richtlijn mobiele kranen van de VVT beschrijft stabiliteit van een last als onderdeel van de hijsplanning. Dat doet de VVT aan de hand van tweedimensionale voorbeelden, zie stabiliteit van een last in bijlage D met daarin figuur 21 en figuur 22.¹⁰¹

Stichting Educatie Verticaal Transportbranche (SEVT) stelt samen met de VVT een programma op om te voldoen aan de wettelijke verplichtingen ten aanzien van educatie. De SEVT biedt de opleiding 'Uitvoerder Verticale & Horizontale Transport Projecten' aan. Deze opleiding is voor de functie uitvoerder. Deze opleiding beschikt over een brede inhoud met aandacht voor onder andere projectvoorbereiding en het vergroten van de technische inzichten. Hoe stabiliteit aanwezig is in deze opleiding heeft de Onderzoeksraad niet onderzocht.

Vereniging van Belgische kraanverhuurders

De Vereniging van Belgische kraanverhuurders (VBKV) is een vereniging met onder meer als doelstelling informatie-uitwisseling

over veiligheid, wetgeving en certificering. De vereniging heeft zelf geen brancherichtlijnen.¹⁰²

Certificering

In Nederland worden eisen gesteld aan kraanmachinisten en de seingevers.¹⁰³ In Nederland en België certificeert de Stichting Toezicht Certificatie Verticaal Transport (TCVT)¹⁰⁴ kraanmachinisten en seingevers¹⁰⁵.

C.2.2 Werken in het valbereik van een last

Wetgeving

In het Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbobesluit) staan voorschriften voor diverse arbeidsmiddelen en specifieke werkzaamheden. Voor werken nabij een last is artikel 7.18¹⁰⁶ (hijs- en hefwerktuigen) relevant. Deze voorschriften vinden hun oorsprong in de EU-arbeidsmiddelenrichtlijn.

Leden 7 en 8 van artikel 7.18 van het Arbobesluit stellen eisen aan de aanwezigheid van werknemers onder een last. Ten eerste moeten doeltreffende maatregelen genomen worden om te zorgen dat medewerkers zich niet onder een last ophouden. Ten tweede mag niet gehesen worden boven werkplekken waar zich meestal werknemers bevinden als deze werkplekken niet beschermd zijn. 'Beschermd werkplekken' wordt niet verder gedefinieerd. Lid 9 geeft aan dat wanneer de toepassing van lid 7 en 8 niet genoeg is om goed verloop van de werkzaamheden te garanderen, passende procedures moeten worden

¹⁰¹ VVT, *Richtlijn mobiele kranen. Naslagwerk 1 – De risicoanalyse – versie 04*, februari 2024. <https://www.verticaaltransport.nl/downloads/RMK - Naslagwerk 1 - De risicoanalyse V04.pdf>

¹⁰² <https://www.vbkv.be/> [laatst geraadpleegd 8 juli 2025]

¹⁰³ Sectorinstituut Transport en Logistiek, *Arbocatalogus, verticaal transport*, augustus 2022. [https://www.stl.nl/STL/media/STLMedia/Veilig en vitaal/Arbo/Arbocatalogus-VVT-2022-definitief-getekend-SvL.pdf](https://www.stl.nl/STL/media/STLMedia/Veilig%20en%20veel%20zijdig/Arbo/Arbocatalogus-VVT-2022-definitief-getekend-SvL.pdf) [laatst geraadpleegd op 29 december 2025]

¹⁰⁴ <https://www.tcv.nl/> [laatst geraadpleegd 27 mei 2025]

¹⁰⁵ De omgekeomen seingeveer van het hijsbedrijf was in bezit van een certificaat voor kraanmachinisten.

¹⁰⁶ https://wetten.overheid.nl/BWBR0008498/2025-07-01/0#Hoofdstuk7_Afdeling4_Paragraaf2a_Artikel7.18 [laatst geraadpleegd op 25 september 2025]

vastgesteld en toegepast om de veiligheid van de medewerkers te waarborgen. Die procedures kunnen volgens de Nota van Toelichting bestaan uit het vaststellen en uitvoeren van een hijsplan.

Arbocatalogus

In de Arbocatalogus verticaal transport staat bij 'hijsen over personen': 'Het is verboden voor personen om zich onder de last te begeven, dan wel voor de machinist om lasten over personen te hijsen'. Daarbij worden drie maatregelen voorgeschreven: De opdrachtgever zet het werkgebied van de kraan af. De machinist waarschuwt een bevoegd persoon bij start en stop van de werkzaamheden, indien onbevoegde personen zich binnen het werkgebied van de kraan bevinden. Een medewerker wordt aangesteld die zorgt dat de zones vrij zijn en blijven gedurende de hijs. In de catalogus staat ook dat deze maatregelen getroffen moeten worden door de partij die de arbowettelijk verantwoordelijk is.

Risico's voor personen in het valbereik, maar niet onder, hijslasten komen niet aan bod in de hijs specifieke voorschriften van de arbowet en arbocatalogus.

Het niet onder een last zijn is binnen de bouw een gedragen en bekende regel. Tijdens opleidingen zoals Veiligheid, Gezondheid en Milieu Checklist Aannemers (VCA) en specifieke opleidingen over hijsen of het aanslaan van lasten, komt dit onderwerp aan bod.

Vereniging Verticaal Transport

De VVT was betrokken bij het opstellen van de arbocatalogus. In aanvulling daarop geeft de VVT in de brancherichtlijn mobiele kranen (naslagwerk 4) aan hoe verschillende veiligheidszones bepaald kunnen worden, waaronder de hijszone en het hijsgebied.¹⁰⁷ De hijszone is het gebied onder de hijsroute¹⁰⁸. Voor hijsgebied is de definitie uit de Landelijke Richtlijn Bouw- en Sloopveiligheid overgenomen: 'het hijsgebied is het gebied waarin geen publiek aanwezig is en waarin de hijszone is aangevuld met de aan de benodigde hijs hoogte gerelateerde bouwveiligheidszone.'

Binnen de diverse opleiding die de SEVT aanbiedt komen veiligheid en wetgeving aanbod¹⁰⁹. In hoeverre werken onder een last ook onderdeel van de opleidingen is, is niet onderzocht door de Raad.

107 VVT, *Richtlijn mobiele kranen. Naslagwerk 4, Kraanveiligheidszones*, februari 2023. <https://www.verticaaltransport.nl/downloads/RMK - Naslagwerk 4 - Kraanveiligheidszones V02.pdf>

108 De hijsroute is de route die de last aflegt.

109 Onder meer *Introductie Verticale & Horizontale Transport Projecten of Wetgeving voor leidinggevend*, <https://www.sevt.nl/cursus-aanbod> [laatst geraadpleegd 24 oktober 2025].

Stabiliteit van een last

Bij het hijsen van een last (object) is het belangrijk dat deze voldoende stabiliteitsmarge heeft, anders bestaat het risico dat de last kantelt, zie blauw kader in paragraaf 2.3. Voor de stabiliteit van een last zijn zowel eigenschappen van de last als van de *rigging* van belang. Essentieel zijn: het zwaartepunt van de last, de *rigging* en de positie waar de *rigging* aangrijpt op de last (hijsogen).

Paragraaf D.1 bevat de uitgebreide beschrijving van de stabiliteitsanalyse van het adviesbureau, zoals beknopt beschreven in paragraaf 2.3. In deze paragraaf gaan wij in op de stabiliteitsgrafieken van het boogbeen, de totstandkoming ervan en de duiding van de uitkomst.

In paragraaf D.2 beschrijven we de behandeling van stabiliteit van een hijslast in de Richtlijn mobiele kranen van de Vereniging Verticaal Transport.

-
- 110** Links en rechts van het zwaartepunt bevindt zich even veel gewicht, net als boven en onder en voor en achter. Dit geldt alleen voor starre objecten die niet van vorm veranderen tijdens het draaien/roteren van het object.
 - 111** Het hangende boogbeen kon niet om zijn eigen lengteas roteren, maar alleen om de rotatieassen door zijn ophangpunten. Twee van die rotatie-assen liepen in lengterichting langs het boogbeen. Deze twee assen liepen vanuit de hijsogen van het hijsogenpaar aan de boogvoet allebei naar het enkele hijsog aan de torenzijde. Het adviesbureau deed zijn berekening met de rotatieassen door de harpsluitingen die aan de genoemde hijsogen waren verbonden, wat past bij de vrijheidsgraden van hijsconfiguratie.
 - 112** Bij het installeren wordt het boogbeen aan de torenzijde omhoog gebracht, waarbij de lengteas van het boogbeen uiteindelijk een hoek van ongeveer 25 graden heeft ten opzichte van het brugdek.

Zwaartepunt

Het zwaartepunt is een natuurkundige eigenschap van een object. Het is het punt dat zich in alle drie dimensies in het midden bevindt wat gewicht betreft, ongeacht de oriëntatie van het object.¹¹⁰ Het zwaartepunt van een object kan berekend worden op basis van zijn materieelverdeling. In eenvoudige natuurkundige analyses wordt vaak aangenomen dat het zwaartepunt de plek is waar de zwaartekracht op het object werkt.

D.1 Stabiliteitsgrafieken boogbeen

Het adviesbureau berekende de stabiliteitsmarges voor kanteling van het boogbeen om zijn lengteas¹¹¹. Dat hebben ze gedaan voor het boogbeen in horizontale stand en in de montagestand.¹¹² Deze stabiliteitsgrafieken, zie figuur 20, geven de verticale verplaatsing van het zwaartepunt weer voor rotatie van het boogbeen in

beide richtingen. Hoe verder het zwaartepunt omhoog moet de volgende top over te gaan, hoe groter de stabiliteitsmarge tegen kantelen en hoe groter verstoring moet zijn om hem te doen kantelen.

Totstandkoming

De *rigging* aan de boogvoet (met de *spreader*) was bepalend voor de stabiliteit van het boogbeen, want het hijs oog boven op het boogbeen had geen stabiliserende werking.¹¹³ Om de stabiliteitsgrafieken te kunnen maken heeft het adviesbureau het zwaartepunt geprojecteerd in het vlak van de *rigging* aan de boogvoet. Hiervoor is een denkbeeldige lijn getrokken vanuit de harpsluiting van het enkele hijs oog door het zwaartepunt naar een verticaal vlak door de harpsluitingen van de twee hijsogen aan de boogvoet (en de haak van die kraan). Het snijpunt van deze virtuele lijn met het vlak is het geprojecteerde zwaartepunt.

Vervolgens heeft het adviesbureau de verticale verplaatsing van dat geprojecteerde zwaartepunt bepaald als functie van de rotatiehoek voor beide rotatierichtingen, zie figuur 20. Het gaat daarbij om de rotatie van het boogbeen om de hijsogen en harpsluitingen waar hij aan hangt, niet om rotatie van het boogbeen om zijn eigen as. Voor de linkerkant in de grafiek gaat het om rotatie om het linker hijs oog vanaf de boogvoet gezien, waarbij de kabel naar het rechter hijs oog spanning verliest en slap komt te hangen. En visa versa. Het verschil tussen de vorm van de twee grafieken komt doordat het vlak van de *rigging* aan de boogvoet van hoek verandert ten opzichte van het boogbeen, waardoor het geprojecteerde zwaartepunt in de

montagestand hoger in het vlak ligt. Zie voor de rapportages van het adviesbureau bijlage H.¹¹⁴

Het adviesbureau heeft de analyse gedaan op de hijsconfiguratie uit het hijsplan (zie bijlage F). De invloed van de aanpassingen aan de *rigging* die in de praktijk zijn gedaan, ontbreken in de grafieken.

Resultaat en duiding

Uit de analyse van de hijsconfiguratie uit het hijsplan blijkt dat de stabiliteitsmarge voor één rotatierichting¹¹⁵ veel kleiner was dan voor de andere rotatierichting, zie figuur 20.

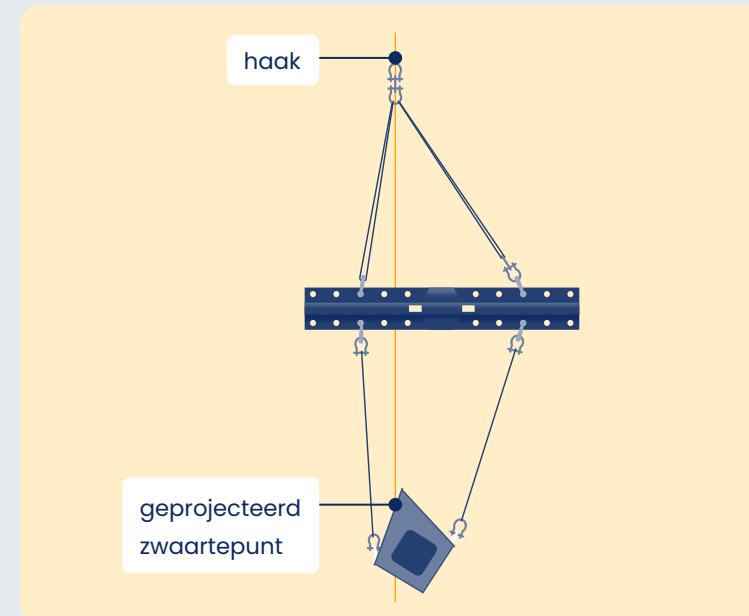
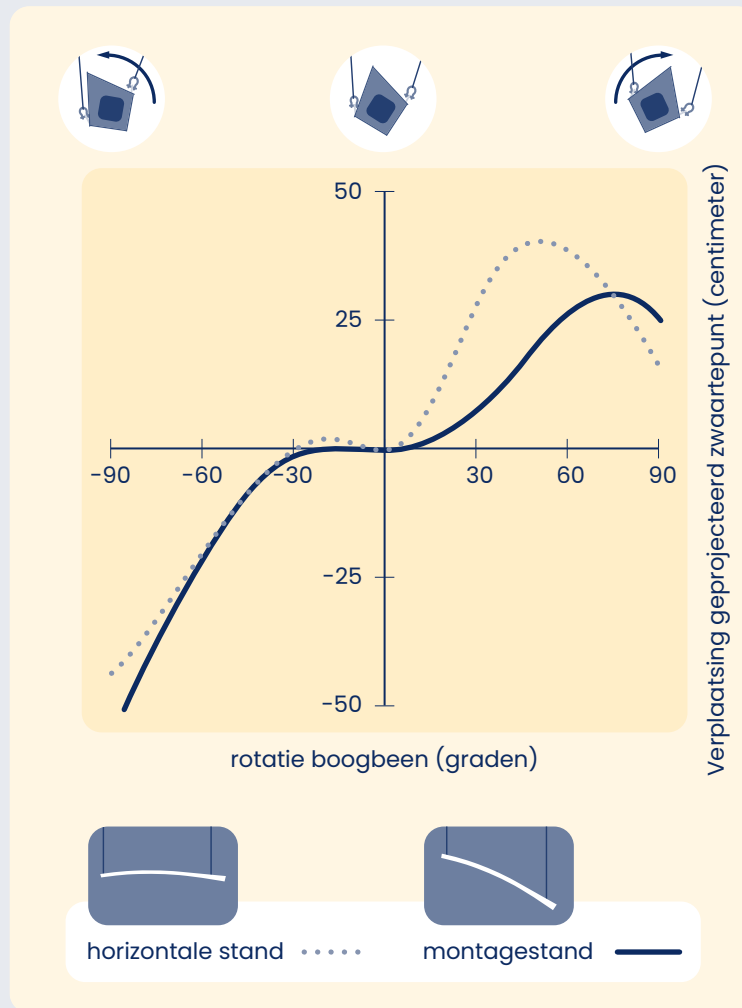
Zolang het geprojecteerde zwaartepunt bij rotatie van het boogbeen niet over een van de toppen van de stabiliteitsgrafiek gaat, heeft het boogbeen de neiging om terug te kantelen naar de oorspronkelijke – stabiele – situatie. Vergelijkbaar met bal C in figuur 18. De marge is het hoogteverschil van het dal naar de top van de lijn: is het hoogteverschil groot dan is er veel energie nodig om de last te laten kantelen en heeft de hijsconfiguratie een relatief grote stabiliteitsmarge. Is het hoogteverschil klein dan is er een beperkte stabiliteitsmarge.¹¹⁶

¹¹³ Bij kleine rotatiehoeken.

¹¹⁴ Eager.One, *Lochem – installeren boogbenen*, juli 2025.

¹¹⁵ De richting van de kanteling van het boogbeen.

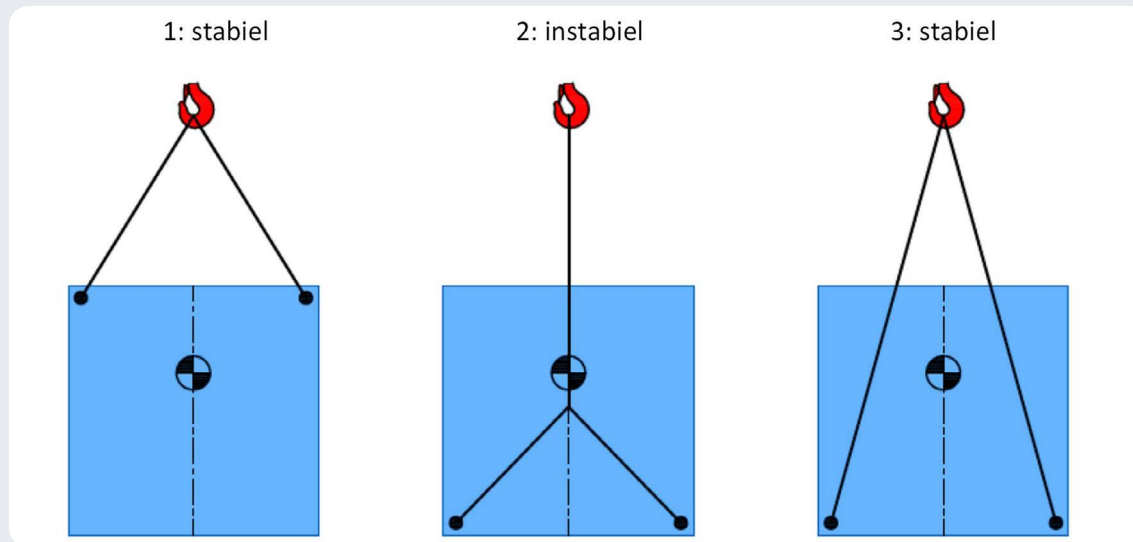
¹¹⁶ Eager.One, *Lochem – installeren boogbenen*, juli 2025; Eager.One, *Memo theorie vs praktijk*, juli 2025.



Figuur 20: Hoogteverandering van het zwaartepunt van het boogbeen bij rotatie in horizontale stand (gestippeld) en in de montagestand (normaal). De rotatierichting bovenaan de figuur is vanaf de boogvoet gezien; de linkerkant van de grafiek is de rotatierichting van het boogbeen bij het ongeval. De helling van de grafiek is een maat voor de weerstand tegen rotatie. Hoe groter een heuvel, hoe groter de stabiliteitsmarge. Als het boogbeen tot de top van een heuvel draait dan kan het boogbeen doorschieten naar een andere evenwichtsstand (kantelen) (bron: Eager.One, bewerkt door de Onderzoeksraad voor Veiligheid).¹⁷

117 Eager.One, Memo theorie vs praktijk, juli 2025.

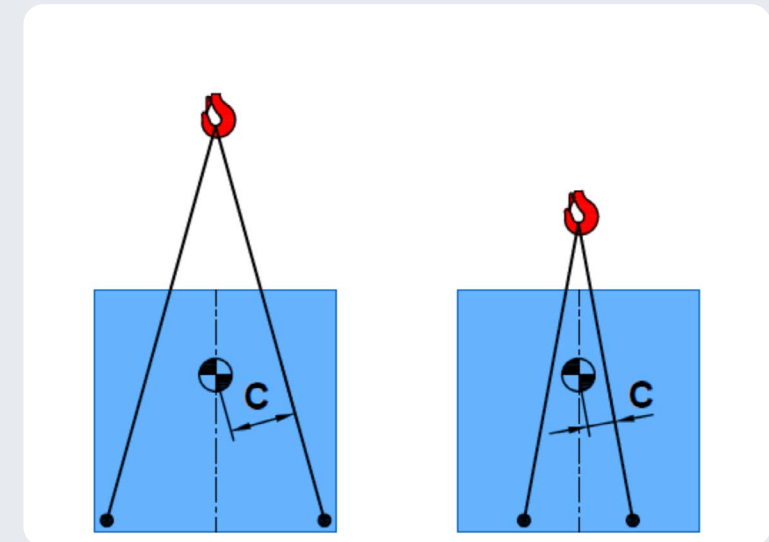
Uit de grafiek blijkt dat bij een rotatie naar binnen (links) de stabiliteit beperkt is. De stabiliteitsgrafiek is berekend voor de ontworpen *rigging*. Daarbij is geen rekening gehouden met de aanpassingen aan de *rigging* tijdens de uitvoering. De toevoeging van een harpsluiting en het gebruik van een korter hijssoog hadden tot gevolg dat het boogbeen naar binnen werd gerooteerd. Onzekerheden en aannames in de rekenmethode en de gewichtsverdelingen in het boogbeen zelf, zorgen ook voor onzekerheden in de stabiliteitsgrafiek. Deze stabiliteitsgrafiek is niet geschikt om de exacte rotatie van het boogbeen te bepalen waarbij deze kantelt.



Figuur 21: Stabiele en instabiele last volgens de Vereniging Verticaal Transport (bron: VVT).

D.2 Stabiliteit in de VVT-richtlijn

Voor hijsconfiguraties geeft de Vereniging Verticaal Transport¹¹⁸ stabiliteit als functie van de positie van het zwaartepunt ten opzichte van de hijsogen als volgt weer:



Figuur 22: Marge op de stabiliteit volgens de Vereniging Verticaal Transport (bron: VVT).

¹¹⁸ VVT, Richtlijn mobiele kranen. Naslagwerk 1 – De risicoanalyse – versie 04, februari 2024. <https://www.verticaaltransport.nl/downloads/RMK - Naslagwerk 1 – De risicoanalyse V04.pdf>

Als de hijsconfiguratie van Lochem naar twee dimensies wordt vertaald, dan lijkt hij op de derde situatie: het zwaartepunt bevond zich boven de hijsogen maar binnen de (virtuele) driehoek tussen de hijsogen en kraanhaak. De richtlijn van de VVT wekt met de bewoording in dit figuur de indruk dat de derde situatie, zoals in Lochem, stabiel is en dat verdere analyse niet nodig is. De Onderzoeksraad kiest in figuur 18 voor de benamingen: een grote stabiliteitsmarge, geen stabiliteitsmarge en beperkte stabiliteitsmarge.

De VVT-richtlijn sluit de paragraaf over stabiliteit echter af met: 'Als een last stabiel is aangeslagen, maar met minimale marges (afstand C in onderstaande figuur [figuur 22, OVV] is klein), dan ontstaat eveneens een ongewenste situatie. Slechts een kleine horizontale kracht als gevolg van bijvoorbeeld wind of een plotseling gestopte zwenkbeweging van de kraan kan resulteren in het omkantelen van de last.'¹¹⁹ Informatie over het bepalen van afstand C voor driedimensionale hijsconfiguraties en een indicatie van de gewenste minimale grootte van C worden niet gegeven.

Inhoudelijk geeft de VVT met bovengenoemde tekst aan dat de drie situaties van figuur 21 overeenkomen met de situaties van figuur 18. De VVT geeft daarmee zelf ook aan dat de configuratie die in voorbeeld 3 van figuur 21 stabiel wordt genoemd, in de praktijk niet altijd stabiel is door de beperkte stabiliteitsmarge. De grootte daarvan bevindt zich ergens tussen een grote stabiliteitsmarge (voorbeeld 1) en geen stabiliteitsmarge (voorbeeld 2).

¹¹⁹ Dit is een andere definitie van stabiliteitsmarge dan die de Onderzoeksraad gebruikt. De Onderzoeksraad heeft het over het hoogteverschil in de stabiliteitsgrafiek. Deze definities zijn wel aan elkaar gerelateerd.

Tijdlijn voorbereiding

E.1 Eerdere projecten

De staalbouwer en het hijsbedrijf hebben in het verleden vaker samengewerkt voor het monteren en invaren van boogbruggen. Onder andere bij de vervanging van verschillende bruggen over het Albertkanaal in België, zoals in Beringen (2020) en Schoten (2021-2022), zie figuur 23 en figuur 24.



Figuur 23: Montage boogbrug Beringen 2020 (bron: staalbouwer).



Figuur 24: Montage boogbrug Schoten 2021-2022 (bron: hijsbedrijf).

E.2 Voorbereiding Lochem

In deze paragraaf beschrijven we hoe de hijswerkzaamheden voor Lochem zijn voorbereid, in paragraaf 2.3 analyseren we de rol van de voorbereiding bij het ontstaan van het ongeval.



Figuur 25. Schematische weergave van fasen in de voorbereiding voor de constructie van de bogen (bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid).

De staalbouwer had een hijsbedrijf ingehuurd voor het horizontale¹²⁰ en verticale transport van de brug en brugdelen. Het verticale transport heeft betrekking op het hijsen; dat was nodig om de brugdelen op een ponton of schip te zetten voor transport en vervolgens weer te lossen, alsmede het hijsen van de brugdelen in de montagestand op de voorbouwlocatie in Lochem. In deze paragraaf gaan wij in op voorbereiding van de hijswerkzaamheden om de boogbenen in montagestand te hijsen. We beschrijven de keuzes voor de hijsogen, de daaropvolgende *rigging*¹²¹ en het hijsplan voor het hijsen van de boogbenen, in paragraaf 2.3 analyseren we de invloed van deze keuzes op het ongeval.

Hijsogen

De voorbereiding van de hijswerkzaamheden van de boogbenen begon in maart 2023 (figuur 25). De hijsingenieur van het hijsbedrijf gaf toen zijn wensen over het aantal en de relatieve positie¹²² van de hijsogen op de boogbenen door aan de staalbouwer. Zowel het hijsbedrijf als de staalbouwer hadden die informatie nodig voor hun deel van de voorbereiding.¹²³ Net als bij het monteren van boogbenen bij eerdere projecten stelde het hijsbedrijf voor om de boogbenen te hijsen met twee mobiele kranen, een zogenaamde duo- of tandemhijs. De hijsogen waren nodig om de boogbenen te verplaatsen en onder een hoek van ongeveer 25 graden te monteren.

¹²⁰ Bij het verticaal transport hoorde onder meer het vervoer van brugdelen per schip van het staalbouwbedrijf in Gent naar de voorbouwlocatie in Lochem, het transport met zelfrijdende transportmodules op de voorbouwlocatie en het overvaren van de gehele brug van de voorbouwlocatie naar de definitieve plaats van de brug.

¹²¹ *Rigging* is een veelgebruikte benaming voor het geheel aan kabels, kettingen, (harp)sluitingen en spreidbalken waarmee een last aan de hijsaak van een kraan is bevestigd.

¹²² De relatieve positie volgt uit de gevraagde relatieve gewichtsverdeling over de hijsogen: 45 en 55% over respectievelijk de twee hijsogen bij de boogvoet en één hijssoog bij de boogtop.

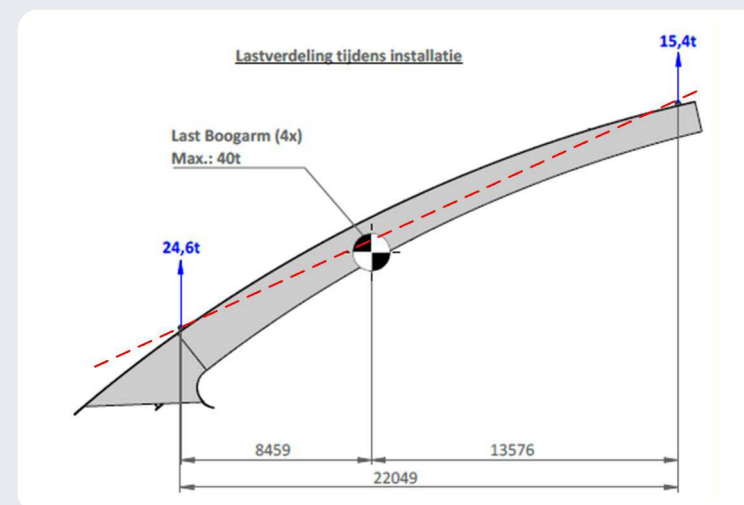
¹²³ Het hijsbedrijf heeft de positie en oriëntatie nodig voor het bepalen de kraancapaciteit en kraanbewegingen en de staalbouwer voor het dimensioneren van de hijsogen en toetsen van de sterkte en stijfheid van het boogbeen tijdens het hijsen, in dit geval door het ingenieursbureau.

De hijsingenieur had zijn voorstel voor de posities van de hijsogen gebaseerd op een eerder uitgevoerd project¹²⁴ waarbij de brug eveneens uit boogbenen en een boogstrik was opgebouwd. Toen het ingenieursbureau begin mei 2023 om bijzonderheden van het eerdere project vroeg, deelde de hijsingenieur de tekeningen ervan, zie figuur 26. Dat boogbeen had de drie hijsogen¹²⁵ boven op de rechthoekige dwarsdoorsnede en in lengterichting van het boogbeen. Door de afwijkende dwarsdoorsnede van de boog van Lochem konden de hijsogposities niet een-op-een overgenomen worden van het referentieproject en tekende het ingenieursbureau de twee hijsogen op het breedste punt van de ruitvormige dwarsdoorsnede. Het enkele hijsog – bij de boogtop – werd aanvankelijk door het ingenieursbureau aan de zijkant van de ruitvorm geplaatst. Ook bij het project dat als referentie werd gebruikt, zat het enkele hijsog aan de zijkant van de bovenzijde van de dwarsdoorsnede.

Tussen het hijsbedrijf en de staalbouwer en tussen de staalbouwer en het ingehuurde ingenieursbureau was in de maanden daarna regelmatig contact over de plaats en oriëntatie van de hijsogen.

De hijsogen waren in eerste instantie dwars op de lengterichting getekend om het boogbeen te kunnen kantelen¹²⁶ en om het boogbeen bij het paar hijsogen met een tweesprong¹²⁷ te kunnen hijsen. Het draaien van het boogbeen in de fabriek bleek voor de productie niet praktisch. Mede om het boogbeen bij de latere montage in Lochem vanuit de horizontale stand

naar montagestand te kunnen brengen zijn de hijsogen in de lengterichting geplaatst, in lijn met het referentieproject.



Figuur 26: Fragment van de tekening van de rigging van het boogbeen bij Bissegem. De rode stippellijn is door de Onderzoeksraad ingetekend en verbindt de hijsogen, daaruit blijkt dat het zwaartepunt (de zwart-witte bol) onder deze gestippelde lijn ligt (bron: hijsbedrijf, bewerkt door de Onderzoeksraad voor Veiligheid).¹²⁸

Het in de lengterichting plaatsen van de hijsogen zorgde ervoor dat de hijsogen bij de boogvoet onder een hoek naar buiten geplaatst moesten worden, anders zouden de harpsluitingen schade aan het boogbeen veroorzaken. Om de hijsogen met de harpsluitingen en staalkabels vanuit diezelfde hoek te belasten,

¹²⁴ Bissegem, <https://aelterman.be/projecten/brug-bissegem-marke>

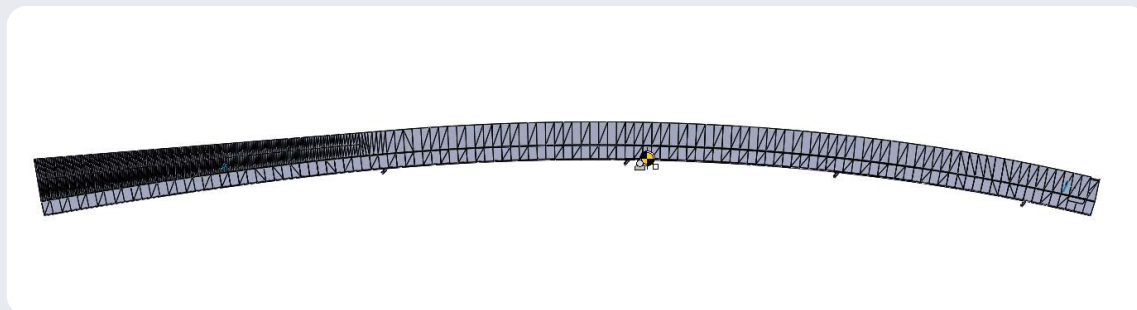
¹²⁵ Twee hijsogen bij de pijl met 24,6 ton en een hijsog bij de pijl met 15,4 ton.

¹²⁶ Zodat het boogbeen op zijn zijkant getransporteerd kon worden.

¹²⁷ Een tweesprong is hijsmateriaal waarbij de vanuit de haak van de kraan twee lijnen (kabels, kettingen, etc.) naar de twee hijsogen van de last gaan.

¹²⁸ Hijsbedrijf, *Transport, montage en installatie van boogbrug Bissegem-Marke, rigging boogarmen*, april 2022.

was het noodzakelijk om gebruik te maken van een *spreader*¹²⁹ in de *rigging*.¹³⁰ Het ingenieursbureau, de staalbouwer en het hijsbedrijf bereikten eind augustus 2023 overeenstemming over de exacte positie¹³¹ van de hijsogen.



Figuur 27: Ligging van het boogbeen tijdens transport. Het zwaartepunt is aangegeven met de geel-zwarte stip (bron: staalbouwer).

Rigging

Rigging is een veelgebruikte benaming voor het geheel aan kabels, kettingen, (harp)sluitingen en *spreader* waarmee een last aan de hijshaak van een kraan is bevestigd. Zoals hiervoor beschreven bepaalde de plaats en oriëntatie van de hijsogen bij de boogvoet dat het boogbeen gehesen moest worden met een *spreader*. Omdat er al veel tijd was besteed aan het bereiken van overeenstemming over de positie van de hijsogen, nam de staalbouwer het initiatief door de *rigging* voor de zijde met twee hijsogen zelf uit te werken. De staalbouwer had daar belang bij

want de productie van de hijsogen kon pas plaatsvinden wanneer de *rigging* definitief was, want die is bepalend voor de hoek waaronder de hijsogen geplaatst moesten worden. Het hijsbedrijf controleerde vervolgens of de *spreader* waarover zij beschikten bruikbaar was, onder andere door contact op te nemen met de fabrikant ervan. Eind september 2023 bleek dat de eigen *spreader* niet gebruikt kon worden. Het hijsbedrijf zocht toen naar een geschikte *spreader*, die het half november 2023 gevonden had.

Het ingenieursbureau was nadat de staalbouwer het *rigging* voorstel ging uitwerken niet meer betrokken bij de voorbereiding van het hijsen van de boogbenen. Aanvankelijk zou het ingenieursbureau de hijsogen op sterkte controleren wanneer de *rigging* afgerond was. Uiteindelijk voerde de staalbouwer deze sterktecontrole zelf uit.

Hijsplan

Het volledige hijsplan staat in bijlage F en bestond uit een tekening met de positie van de kranen, figuur 33, en een tekening van de *rigging*, figuur 34. Het hijsplan is opgesteld en gecontroleerd volgens de werkwijze¹³² van het hijsbedrijf (zie bijlage E.3).

Het hijsbedrijf stuurde eind november 2023 het *rigging*-plan van de boogbenen aan de staalbouwer. De staalbouwer heeft het *rigging*-plan gecontroleerd op de precieze vorm van de *rigging*, want die had grote invloed op de belasting van de hijsogen. Half december 2023 gaf de staalbouwer akkoord op het *rigging*-plan.

¹²⁹ Een *spreader*, hijsbalk, evenaar, (hijs)juk of hijstraverse is een hijs hulpmiddel om het gewicht van een last gelijkmatig over meerdere hijsogen te verdelen, waardoor stabiliteit, en veiligheid tijdens het hijsen worden verbeterd.

¹³⁰ Bij het gebruik van een tweesprong zou door de harpsluitingen schade ontstaan aan de boogbenen. Om deze schade te voorkomen zijn de hijsogen naar buiten gericht geplaatst. Door het gebruik van een *spreader* was het mogelijk om deze schuine hoek met de *rigging* door te zetten naar de *spreader*.

¹³¹ Aan de boogtop zit een hijs oog op 1,4 meter van het uiteinde, verticaal boven op de ruitvorm. Aan de boogvoet zitten twee hijsogen op 4,5 meter vanaf het uiteinde van het boogbeen op het breedste punt van de ruitvorm. Het hijs oog aan de buitenzijde van het boogbeen is een verwisselbaar hijs oog, dat vervangen kan worden door langer of korter exemplaar. Dit maakt kleine correcties van de *rigging* mogelijk

¹³² Hijsbedrijf, *GA-CORP-PR-Process Standard Template*, februari 2023; Hijsbedrijf, *Flowchart projectmanagement*; Hijsbedrijf, *PDM workflow*.

Het hijsbedrijf maakte ook een opstelplan voor het hijsen van de boogbenen en deelde dat met de staalbouwer.¹³³ Op het opstelplan zijn geen opmerkingen gekomen. De staalbouwer heeft beide stukken ook met de hoofdaannemer gedeeld.

Los van het hijsplan beschreef het hijsbedrijf eerder in de *method statement* al de verschillende transportstappen vanaf de locatie van de staalbouwer in Gent tot en met de montage van de boogbenen op de voorbouwlocatie.¹³⁴

E.3 Procedures hijsbedrijf

Als onderdeel van de kwaliteitsborging had het hijsbedrijf voor het opstellen van hijsplannen een reeks van processen¹³⁵, procedures¹³⁶ en een *workflow* opgesteld. Het had ook een instructie voor het opstellen van hijsplannen. Deze instructie moest de plannen voor hijswerken uniformeren. Het hijsplan omvatte onder meer de kraanopstelling, stempeldruk, radius, giek lengte en maximale last. De instructie beschreef ook een checklist voor de controle van de hijsplannen, met daarin onder meer meegenomen de *rigging* en *spreader*. Met deze gegevens kon het hijsbedrijf controleren of de hijsmiddelen de last konden dragen. En ook of de ondergrond voldoende draagvermogen had om de kranen met de last te dragen, om daarmee het risico van het kantelen van de kranen te beheersen. Een controle op de stabiliteit van de last zelf maakte geen onderdeel uit van deze processen.

¹³³ Hijsbedrijf, *Lossen en installeren brugdelen*, december 2023.

¹³⁴ Hijsbedrijf, *Method Statement, Load-out, Transport, Load-in & Installatie Boogbrug*, oktober 2023.

¹³⁵ Vinçotte, *Certificaat EN ISO 9001:2015, kwaliteitsmanagementsysteem Aertsen Kranen nv*, april 2022.

¹³⁶ Hijsbedrijf, *Procedure, LFT-OPS-PRO-Richtlijnen voor opstellen hijsplannen*, januari 2025.

¹³⁷ Hijsbedrijf, *Kantelen van boogbeen BB3.1 tijdens load-in Lochem Nederland*, februari 2024.

¹³⁸ Een *toolboxmeeting* is een korte presentatie over een bepaald veiligheidsonderwerp. Het doel van een *toolboxmeeting* is om de veiligheid te bevorderen binnen een bedrijf. De *toolboxmeeting* is bestemd voor leidinggevenden, uitvoerend personeel en derden. De direct leidinggevende geeft meestal de *toolboxmeeting*. Hij/zij is immers de eerst verantwoordelijke voor de veiligheid en gezondheid van zijn/haar medewerkers. Bij een *toolboxmeeting* komen er meestal één of twee onderwerpen aan de orde.

Het opgestelde hijs- en *rigging*-plan is volgens de interne procedures van het hijsbedrijf gecontroleerd en akkoord bevonden. Een controle op de stabiliteit van de last maakte geen onderdeel uit van deze interne controle op de opgestelde plannen.

Het hijsbedrijf is lid van de Vereniging van Belgische Kraanverhuurders (VBKV). Het hijsbedrijf volgt naar eigen zeggen de brancherichtlijnen van de VVT.

E.4 Testhijs van 16 februari 2024

De staalbouwer had een paar dagen voor het laden van de boogbenen in het schip aan het hijsbedrijf gevraagd om een zogenoemde testhijs. Het doel van een testhijs is om zo mogelijk te anticiperen op eventuele vervorming van het boogbeen en om te controleren of het boogbeen in de verwachte stand in de *rigging* hangt.

Op vrijdag 16 februari 2024 werd op het terrein van de staalbouwer een boogbeen gehesen zoals het ook gemonteerd zou worden op de brug (boogvoet lager dan de boogtop).¹³⁷ Voor deze testhijs had het hijsbedrijf een *toolboxmeeting*¹³⁸ opgesteld, waarin stond dat de testhijs onder toezicht van het staalbedrijf werd uitgevoerd en dat het staalbedrijf verantwoordelijk was voor eventuele veranderingen aan de *rigging* door een harpsluiting toe te

voegen of weg te nemen.¹³⁹ Bij het optillen bleek dat het boogbeen een andere stand aannam dan gewenst; het boogbeen is teruggelegd en er is een harpsluiting toegevoegd bij het hijs oog aan de buitenzijde van de boogvoet. Na deze aanpassing hing het boogbeen zoals gewenst en is de boogtop enkele meters omhoog gehesen om te kijken wat dat deed met de stand. Die test werd door het hijsbedrijf en de staalbouwer als geslaagd beoordeeld en de boogbenen zijn in het schip geladen.¹⁴⁰

Bij veel hijsklussen is het gebruikelijk dat een kraanmachinist de last na het optillen enkele minuten laat hangen, zodat hij kan zien hoe de last zich gedraagt.

E.5 Lossen boogbenen 19 februari 2024 en kanteling

Op maandag 19 februari 2024 kwamen de vier boogbenen per schip aan op de voorbouwlocatie in Lochem. Het derde boogbeen kantelde tijdens het lossen.

Lossen van boogbenen uit schip

Op maandag 19 februari 2024 startte het in duohijs ontschepen van de boogbenen. Aan elk boogbeen zaten in het midden twee tijdelijke transportzadels, waarmee de boogbenen horizontaal in het schip stonden en op de voorbouwlocatie met een zelfrijdende transportmodule over het terrein verplaatst konden worden.

Na het lossen van de eerste twee boogbenen waren de twee aanwezige transportmodules bezet, zie figuur 28.¹⁴¹



Figuur 28: Proces van ontschepen boogbenen, het eerste boogbeen ligt op een transportmodule bij het brugdek (bron: hoofdaannemer).

Lossen van derde boogbeen

Bij de start van het lossen van het derde boogbeen was in het schip opgemerkt dat dit boogbeen schuiner hing dan de andere boogbenen, zie figuur 29. Het hijsen was op dat moment al gaande en er werd dan ook geoordeeld dat het niet veilig zou zijn om te stoppen, omdat dit de instabiliteit van de last zou kunnen vergroten. Dit boogbeen hing in de kranen te wachten totdat een transportmodule beschikbaar zou komen, zie figuur 30.¹⁴²

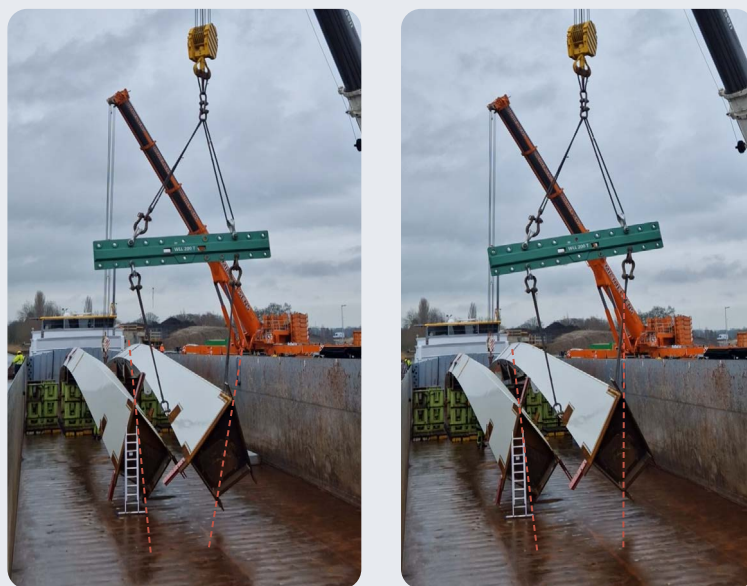
¹³⁹ Hijsbedrijf, *Toolboxmeeting*, februari 2024.

¹⁴⁰ Hijsbedrijf, *Kantelen van boogbeen BB3.1 tijdens load-in Lochem Nederland*, februari 2024.

¹⁴¹ Beeldmateriaal van de voorbouwlocatie.

¹⁴² Hijsbedrijf, *Kantelen van boogbeen BB3.1 tijdens load-in Lochem – Nederland*, februari 2024; Beeldmateriaal van de voorbouwlocatie; Hoofdaannemer, *Memo, Aantoning van kwaliteit Boogbeen B10-15 (BB3) n.a.v. 19-02-2024*, februari 2024.

De kraanmachinisten werden geïnstrueerd om het boogbeen laag boven de grond te houden en vervolgens om het boogbeen licht op de grond te laten steunen. Een uitstekende koppelplaat aan de onderzijde van de boogvoet raakte de grond en op dat moment kantelde het boogbeen naar buiten. Het kantelende boogbeen werd opgevangen door de *rigging* die zich rond het boogbeen draaide. Hierdoor viel het boogbeen niet op de grond. Daarna is het boogbeen neergelegd, zie figuur 31.¹⁴³



Figuur 29: Stills uit filmpje dat gemaakt is tijdens het uitladen van het derde (en later gekantelde) boogbeen. In het rechter beeld hangt de spreder (groene balk) aan de linkerkant verder naar beneden dan in het linker beeld (bron: hijsbedrijf, bewerkt door de Onderzoeksraad voor Veiligheid).

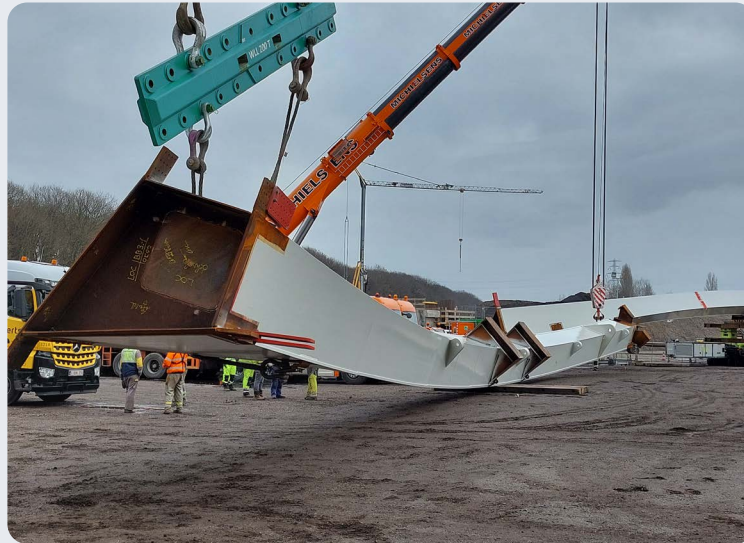
Het door de Onderzoeksraad adviesbureau heeft de mate van stabiliteit voor dit boogbeen berekend. Figuur 20 laat de stabiliteitsgrafiek zien van het boogbeen dat op woensdag 21 februari 2024 is gekanteld. Het derde boogbeen dan op maandag 19 februari 2024 kantelde is de gespiegelde variant hiervan. Uit de gespiegelde stabiliteitsgrafiek blijkt dat de marge tot instabiliteit van het boogbeen naar binnen beperkt is. Het boogbeen kantelde naar buiten, doordat een koppelplaat de grond raakte.



Figuur 30: Foto van scheef hangend boogbeen (bron: staalbouwer, bewerkt door de Onderzoeksraad voor Veiligheid).

¹⁴³ Hijsbedrijf, Kantelen van boogbeen BB3.1 tijdens load-in Lochem – Nederland, februari 2024.

Dit kantelen is een signaal van een hijsconfiguratie in het regime met een beperkte stabiliteitsmarge, zie figuur 18. Een last met een grote stabiliteitsmarge zou zich meestal¹⁴⁴ anders gedragen. Die zou ook scheef gaan hangen wanneer een koppelplaat de grond raakt, maar niet kantelen. Als signaal was dit dus zwak en werd niet door de aanwezigen als zodanig opgemerkt.



Figuur 31: Foto van het gekantelde boogbeen, dat op een draglineschot is neergelegd (bron: hijsbedrijf).

Maatregelen na kantelen derde boogbeen

Het gekantelde boogbeen werd gecontroleerd neergelegd en ondersteund om verder kantelen te voorkomen.¹⁴⁵ Later op de dag werd ook het vierde boogbeen uit het schip gehesen.

Op 20 februari 2024 werd door het hijsbedrijf een incidentenrapportage opgesteld, daarin staan meerdere (preventieve) maatregelen. Een van de maatregelen is om tijdens de bouwvergadering op 21 februari 2024 de aanwezigen bewust te maken van de risico's (zie bijlage E.6).¹⁴⁶ De staalbouwer reageerde naar het hijsbedrijf op het incidentrapport door te stellen dat beide partijen vanuit hun expertise een oordeel hadden gegeven over de uitgevoerde hijstest. De staalbouwer vond dat de bewoording dat de situatie per definitie instabiel was de conclusies van de besprekingen over de kanteling niet goed weergaf en hij stelde voor om te spreken van een kritieke hijsoperatie met een geringe marge naar instabiliteit.¹⁴⁷ Het hijsbedrijf nam die suggesties over in de rapportage.

De staalbouwer informeerde de hoofdaannemer over het hijsincident, gezamenlijk stelden zij hierover een memo op. De memo ging over de kwaliteit van het boogbeen en welke vervolgstappen genomen moeten worden. De hoofdaannemer ging ervan uit dat de staalbouwer zou vaststellen hoe het kantelen van het boogbeen had plaatsgevonden.¹⁴⁸ De hoofdaannemer had besloten de melding een classificatie te geven waarbij een nader onderzoek wordt uitgevoerd naar de oorzaak van het hijsincident. Op basis van de incidentrapportage besloot de hoofdaannemer dat het incident geen gevolgen had voor de overige hijsactiviteiten omdat het incident op zichzelf stond.¹⁴⁹

¹⁴⁴ Als de stoot niet zo heftig is dat het zwaartepunt de kantellijn overschrijdt.

¹⁴⁵ Hijsbedrijf, *Kantelen van boogbeen BB3.1 tijdens load-in Lochem – Nederland*, februari 2024.

¹⁴⁶ Hijsbedrijf, *Kantelen van boogbeen BB3.1 tijdens load-in Lochem – Nederland*, februari 2024.

¹⁴⁷ Email Staalbouwer aan Hijsbedrijf, *RE: Incidentenrapport kantelen boogbeen BB3.1*, februari 2024

¹⁴⁸ N346 Schakel Achterhoek-A1, *Memo, Aantoning van kwaliteit Boogbeen B10-15 (BB3) n.a.v. 19-02-2024*, februari 2024.

¹⁴⁹ Hoofdaannemer, *KaTo, melding 14664*, februari 2024.

**FORMULIER
TOOLBOXMEETING
FOR-VGM-18**

<input type="checkbox"/>	TOOLBOXMEETING	<input type="checkbox"/>	→	Maand: 21/02/2024
<input checked="" type="checkbox"/>	STARTWERKVERGADERING	<input checked="" type="checkbox"/>	→	Werklocatie: Brug Lochem
<input type="checkbox"/>	INTERNE OPLEIDING	<input type="checkbox"/>	→	Functie:

ONDERWERP: Inhijsen boogdelen + boogstrik brug Lochem

- Boogdelen worden per SPMT binnen het bereik van de kranen gebracht
- Rigging wordt conform plan aangepikt aan het boogdeel
- De last wordt op een beheerste manier overgenomen van de SPMT's naar de kranen, dit tot het boogdeel net enkele centimeter los komt van de ondersteuning op de SPMT. Het boogdeel blijft horizontaal in langse richting, en de steunzadels blijven hierbij bevestigd aan het boogdeel.
- Controle aan de steunstoel (zijde boogstrik) of de stoel horizontaal hangt in dwarse richting.
- Indien OK : naar volgende stap
- Indien niet OK : de boog terug afleggen op de SPMT, en de rigging aanpassen met shackles. Terug controle van de voorgaande stap, en indien nodig rigging terug corrigeren tot de steunstoel horizontaal hangt.
- Terug zakken tot het contact tussen steunzadels en SPMT en de steunzadels losmaken.
- Uitvoeren van een testhijns naar definitieve positie boogdeel (één kraan hoog, één kraan laag), buiten het bereik van de brugconstructie. Dit gebeurt in vier stappen, met een visuele controle tussenin.
- Controle aan de steunstoel (zijde boogstrik) of de stoel horizontaal hangt in dwarse richting, dit in de definitieve positie van het boogdeel.
- Indien OK : naar volgende stap
- Indien niet OK : de boog terug afleggen op de SPMT in de zadels, en de rigging aanpassen met shackles. Terug controle van de voorgaande stap, en indien nodig rigging terug corrigeren tot de stoel horizontaal hangt.
- Manoeuvreren van het boogdeel tussen de kranen naar de eindpositie van de boog.
- **Opgelet** : aan beide zijden houdt iemand in het oog dat de uitstekende koppelplaten nergens in contact komen met de brugconstructie tijdens bewegen boogdeel. Indien risico : hijs tijdelijk stilleggen en overleg plegen.
- Aan de boogvoet het boogdeel tot vlakbij de koppelplaten positioneren, bovenaan op de boogtoren de dwarse steunstoelen enkele centimeter boven het oplegpunt vasthouden. Bij eventueel onevenwicht vindt het stuk dan meteen steun.
- Koppelplaten overdraaien en de boogconstructie in positie houden door deze tussen de koppelplaten te klemmen.
- Boutverbinding voltooien van alle koppelplaten.
- Boog op de boogtoren afzetten
- Kranen losmaken van het stuk

BESPREKING VEILIGHEID:

- PBM : helm, veiligheidsschoenen, handschoenen.
- Werken op hoogte/hoogwerker : dragen valharnas + vastlijnen
- Hoogwerker :
 - Dragen valharnas / zekeren aan kooi
 - Klemming tussen kooi en stuk (gevaar)
- Afleggen en bewegen bruggdelen : klemgevaar ! (handen + lichaam)
- Hijsen stukken : zich niet onder last begeven
- Zone hijsen stukken : personen die niet rechtstreeks met de operatie betrokken zijn worden steeds verzocht zich van de bouwlocatie te verwijderen, en achter de werfhekken plaats te nemen.

VARIA – RONDVRAAG:

Toolboxmeetingformulier
Pagina 1 van 3

E.6 Startwerkvergadering

Een van de maatregelen na het incident op maandag 19 februari 2024 was een aangepaste startwerkvergadering¹⁵⁰ (zie paragraaf 2.2). Tot deze startwerkvergadering was op dinsdag 20 februari 2024 door de staalbouwer en het hijsbedrijf besloten. Het plaatsen van de boogbenen startte op woensdag 21 februari 2024 met deze startwerkvergadering onder leiding van de projectleider van de staalbouwer en bestond uit twee delen, zie figuur 32.

Voor de werkzaamheden op vrijdag 16 februari en maandag 19 februari 2024 had het hijsbedrijf een *toolboxmeeting* opgesteld. Deze twee *toolboxmeetings* gingen in op de volgorde van handelingen, veiligheid en aanspreekpunten.¹⁵¹

Figuur 32 Eerste pagina van het formulier van de startwerkvergadering.

De tweede en derde pagina bevatten hoofdzakelijk ondertekenruimte voor aanwezigen. SPMT: Self-Propelled Modular Transporter, een zelfrijdend transportplatform. PBM: persoonlijke beschermingsmiddelen (bron: hijsbedrijf).

¹⁵⁰ Staalbouwer, *Formulier toolboxmeeting, startwerkvergadering 21/02/2024, Brug Lochem, inhijsen boogbenen + boogstrik brug Lochem*, februari 2024.

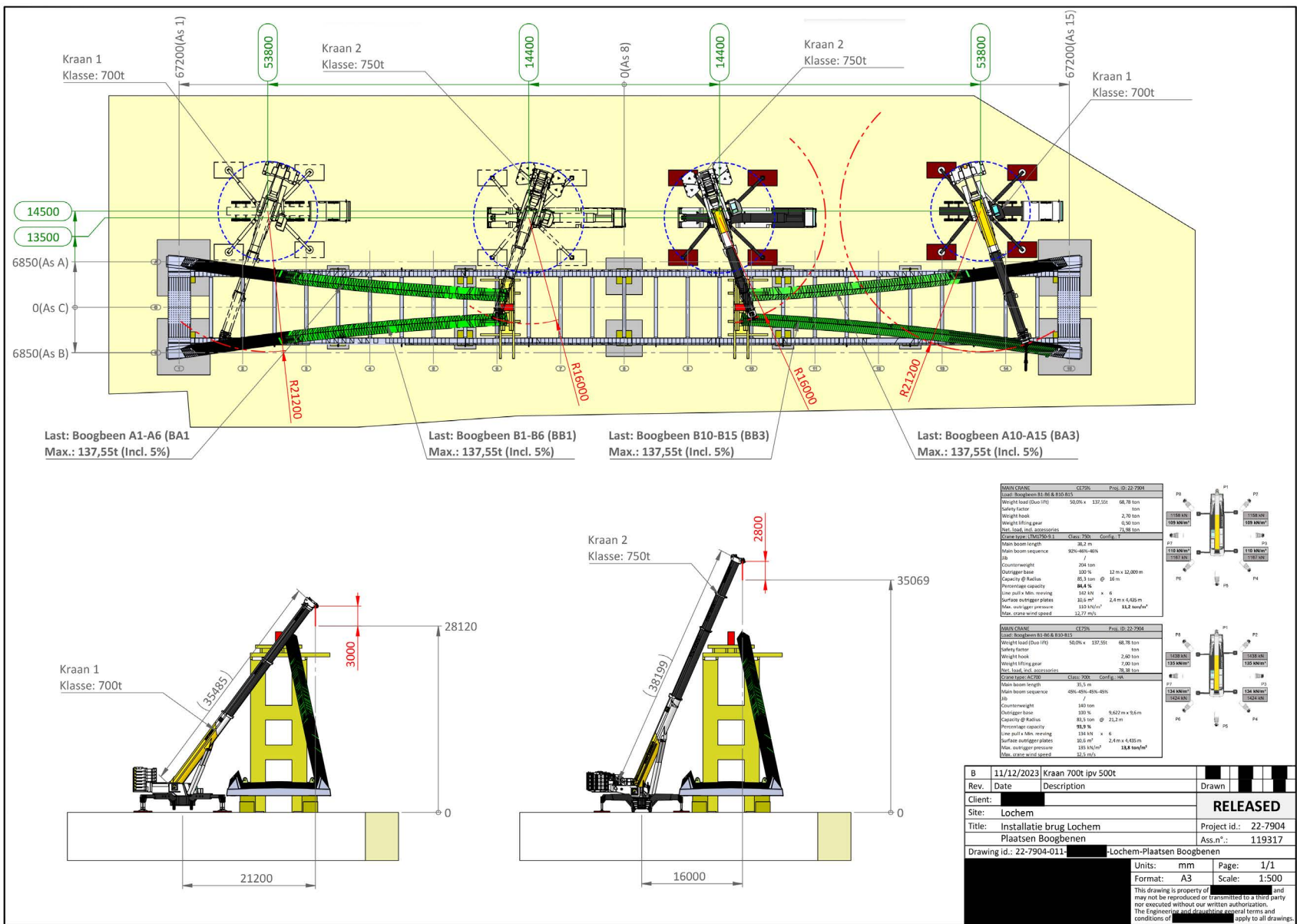
¹⁵¹ Hijsbedrijf, *Toolboxmeeting, opstart werken – load-out boogbenen Gent*, 16 februari 2024; Hijsbedrijf, *Toolboxmeeting, opstart werken – load-in boogbenen Gent*, 19 februari 2024.

Hijsplan

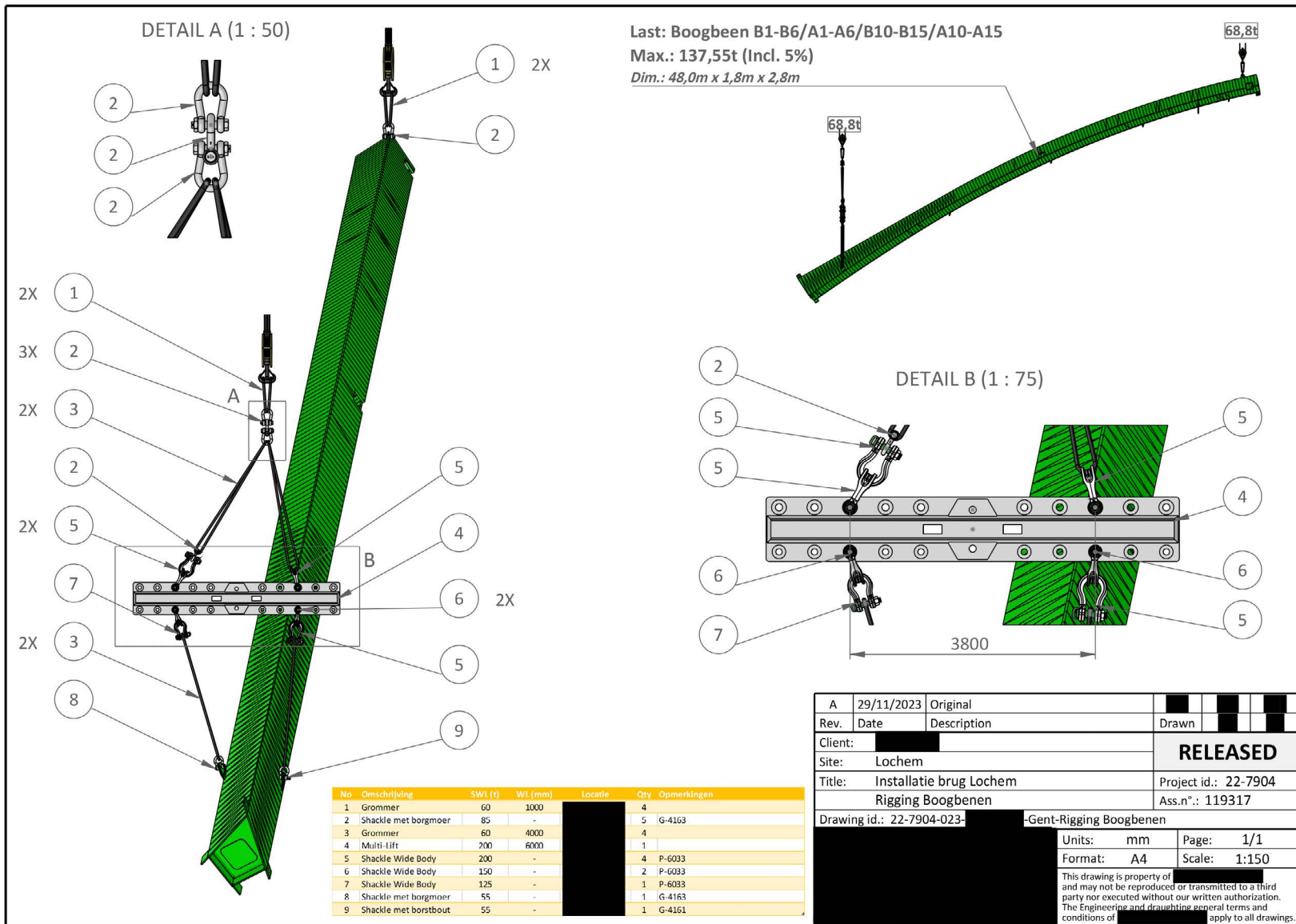
Door het hijsbedrijf is in de voorbereiding een hijsplan opgesteld voor het hijsen van de boogbenen dat bestaat uit twee tekeningen; een hijstekening¹⁵² (figuur 33) en een tekening van de *rigging*.¹⁵³ (figuur 34).

¹⁵² Hijsbedrijf, *Plaatsen boogbenen*, rev.B, december 2023.

¹⁵³ Hijsbedrijf, *22-7904-023-Aelterman-Gent-Rigging Boogbenen*, november 2023.

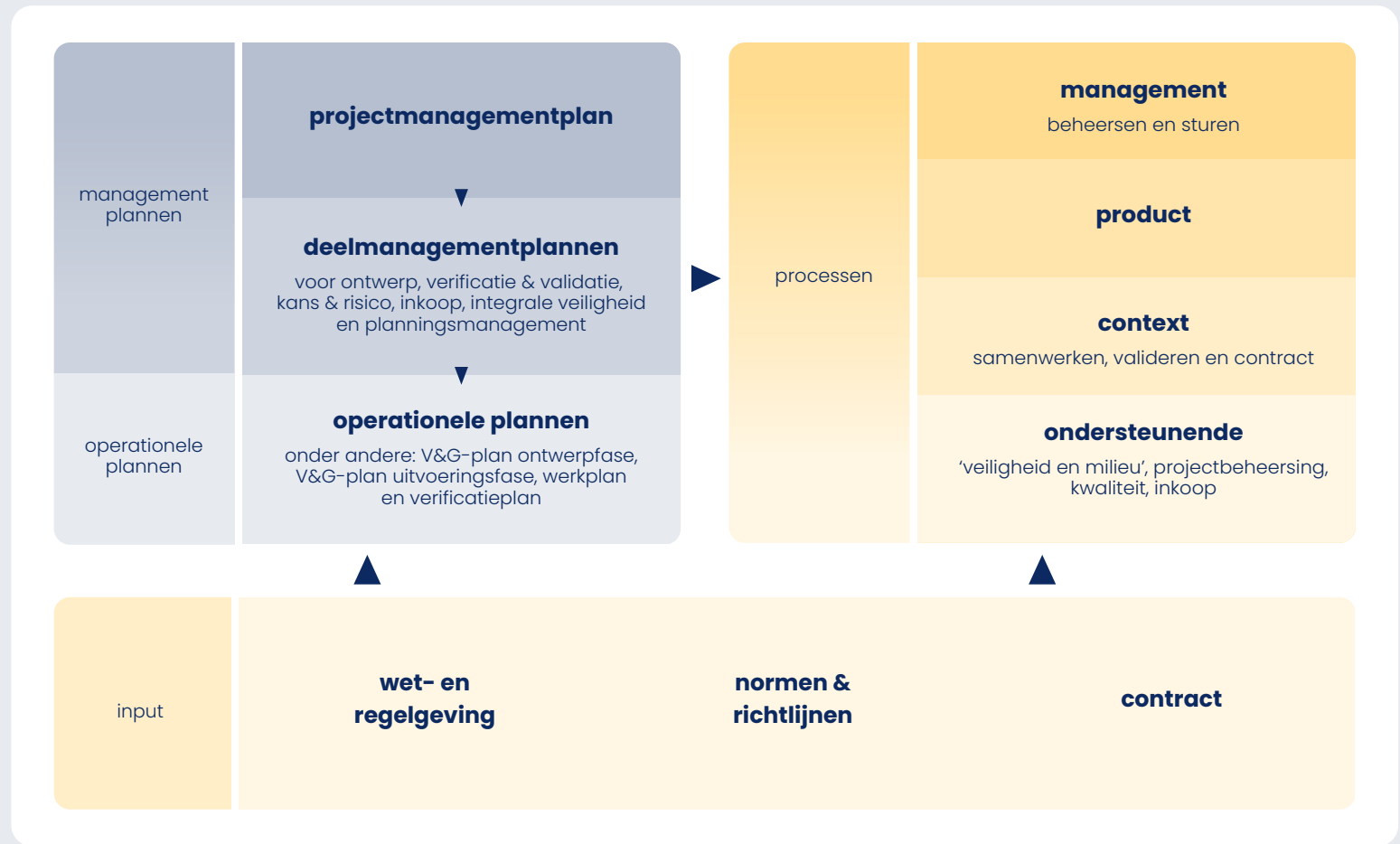


Figuur 33: Hijstekening van de plaatsing van de boogbenen in Lochem (bron: hijsbedrijf).



Figuur 34: Rigging van de boogbenen. Het boogbeen dat op woensdag 21 februari 2024 is gekanteld en gevallen is een gespiegelde versie van het boogbeen in deze tekening, het verwisselbare hijs oog aan de boogvoet zat daar rechts, hier in de tekening links (bron: hijsbedrijf).

Risicoaanpak bouwproject



Figuur 35: Schematische weergave van project (risico) beheerssysteem (bron: hoofdaannemer, bewerkt door Onderzoeksraad).

G.1 Risicoaanpak bouwpartijen

Projectaanpak bouwpartijen

De hoofdaannemer had de regie over de projectaanpak, zoals voorschreven door de provincie als opdrachtgever. Voor dit onderzoek is vooral gekeken naar de onderdelen risicomanagement, operationele plannen voor veiligheid en gezondheid en de verificatie en validatie van eisen.

Projectmanagement

In het projectmanagementplan (PMP) heeft de hoofdaannemer zijn systeem, processen en deelmanagement plannen beschreven, zoals het risicomanagement en het V&G plan.

Risicomanagement

Het doel van risicomanagement is ondersteuning bij een betere beheersing van een project op de aspecten tijd, geld, kwaliteit, veiligheid en organisatie van de betrokken partijen door vooraf na te denken over mogelijke toekomstige ongewenste gebeurtenissen die zich in het project kunnen voordoen. Risicomanagement maakt onderdeel uit van de deelmanagement plannen.

Iedere partij is verantwoordelijk voor zijn eigen risicomanagement. De hoofdaannemer beheert in samenspraak met de bouwpartijen inclusief de opdrachtgever het risicodossier. Bij de start van een project geven alle betrokken bouw partijen hun risico's op. De hoofdaannemer voert risicomanagement uit volgens de door de provincie gevraagde RISicoMANagement-eis (RISMAN). In bijlage G.2 zijn overzichten opgenomen met de samengevatte risico's rond om hijsen van de verschillende partijen.

De hoofdaannemer heeft de mogelijkheid om vooraf aan de gunning een leveranciers-beoordeling uitgevoerd, om te bordelen of de benodigde kwaliteiten aanwezig zijn. In het inkoopproces van de hoofdaannemer staat dit beschreven. (ISO 9001-clausure 8.4). Deze beoordeling heeft plaatsgevonden.

De RISMAN-methode

De RISMAN-methode berust op een cyclisch proces van zes generieke processtappen worden uitgevoerd. Deze methode wordt algemeen toegepast in de Civiele bouw.

Na het vaststellen van het doel, brengt men de risico's ervan in kaart en ontwaart daaruit de belangrijkste risico's. Hoe verder in het project, hoe duidelijker deze risico's worden. Vervolgens brengt men de beheersmaatregelen in kaart en voert deze zo ver mogelijk uit. Dit proces wordt geëvalueerd en zo nodig weer bijgesteld. De laatste processtap is telkens een actualisatie van de risicoanalyse.

1. Vaststellen doel
2. Risico's in kaart
3. Belangrijkste risico's
4. Beheersmaatregelen in kaart en uitvoeren
5. Evalueren
6. Actualiseren risico-analyse

V&G-plan

Het Veiligheid en Gezondheidsplan (V&G-plan) is een operationeel plan voor veiligheid en gezondheid. De hoofdaannemer, staalbouwer en het hijsbedrijf hadden een V&G-plan of een Veiligheid, Gezondheid en Milieuplan (VGM-plan) opgesteld. Deze plannen beschreven hoe de partijen samenwerkten en welke veiligheidsmaatregelen waren getroffen.

Daarnaast hadden de partijen allemaal een algemene Risico-Inventarisatie en -Evaluatie (RI&E) opgesteld. Van uit de Arbowetgeving is het opstellen van een RI&E verplicht. Een RI&E beschrijft de risico's voor veiligheid en gezondheid op de bouwplaats. Een RI&E is bedoeld om risico's te identificeren te evalueren en te beheersen. Voor individuele projecten worden Project Specifieke Risico's opgesteld, (PRI&E) Het opstellen van een PRI&E betreft maatwerk omdat het project specifiek is. De RI&E's van de staalbouwer en het hijsbedrijf bevatte geen project specifieke elementen maar alleen standardelementen met bijbehorende beheersmaatregelen voor dit project.

Toetsing uitvoering binnen het projectteam

De hoofdaannemer valideerde en verifieerde zijn eigen stukken, de stukken van de staalbouwer en de stukken van het hijsbedrijf via verschillende controles. De hoofdaannemer gebruikte hiervoor de provincie-eisen, normeisen en zijn eigen eisen die volgen uit eigen risicobeheersing. Ook de staalbouwer heeft als opdrachtgever van het hijsbedrijf de opgestelde stukken van het hijsbedrijf gevalideerd en geverifieerd.

Voor dit project heeft de hoofdaannemer twee maanden voorafgaand aan de start van de montagewerkzaamheden gevraagd naar de projectspecifieke risico's. In diezelfde periode heeft de hoofdaannemer het hijs- en *rigging*-plan gecontroleerd. Mogelijk werden die plannen gezien als invulling van het verzoek om projectrisico's. De hoofdaannemer zag toen geen aanleiding om het montagewerk op andere aspecten te controleren en dus ook niet om uitvoering ervan te verbieden.

Kwaliteitscontrole buiten het projectteam

De hoofdaannemer voerde intern *gate reviews* uit voorafgaand aan faseovergangen van het project (van pre-gunning, naar ontwerp, naar uitvoering). Zie het blauwe kader hieronder voor meer informatie over zulke beoordelingen. Een beoordeling was dat de risico's onvoldoende beheerd werden.

Gate reviews

Een *gate review* is een interne toets door ervaren collega's die niet direct betrokken zijn bij het project. Zij beoordelen of de projectorganisatie *in control* is en adviseren of het project wel of niet door kan naar de volgende fase. Dat advies geeft aan of het project figuurlijk gezien de poort (*gate*) naar de volgende fase door mag. Aan het advies om wel of niet naar de volgende fase te gaan kunnen aanbevelingen voor projectonderdelen gekoppeld zijn. De review verbindt strategie met de praktijk.

De collega's kunnen in de *gate review* beoordelen of:

- de risico's in beeld zijn;
- het projectteam op orde is;
- de juiste documenten aanwezig zijn (V&G-plan, vergunningen, werkplannen);
- alle betrokken partijen voldoende geïnformeerd zijn;
- de techniek op orde is;
- alle financiën op orde zijn.

G.2 Geïdentificeerde risico's verbonden aan het hijswerk

De bedrijven die bij de bouw van de brug betrokken waren (hoofdaannemer, staalbouwer en hijsbedrijf), hebben diverse documenten opgesteld waarin risico's ten aanzien van het hijswerk zijn geïnventariseerd. In deze bijlage wordt een overzicht gegeven van de meest relevante veiligheidsrisico's die in de documenten zijn aangetroffen.

Het doel van deze samenvatting is inzicht en herkenningen te verschaffen in ieders specifieke werkwijzen met betrekking tot risicomangement rondom de werkzaamheid hijsen.

Hoofdaannemer

De hoofdaannemer heeft verschillende documenten opgesteld waarin risico's zijn geïdentificeerd. Op basis van deze documenten heeft de raad een selectie gemaakt op risico's verbonden aan het hijswerk, zie tabel 1. Enkele teksten zijn aangepast om de leesbaarheid te bevorderen.

De gebruikte documenten zijn:

- V&G plan Ontwerpfase verificatie
- V&G plan Uitvoeringfase
- Project RI&E
- Verificatierapport
- De 10 Veiligheidsregels

In de laatste kolom is aangegeven of het resultaat van de toetsing van de toepassing van de beheersmaatregel in de praktijk was opgenomen in de projectrisicodatabase van de hoofdaannemer. Dat was voor geen enkele genoemde beheersmaatregel het geval.

Tabel 1: Selectie van geïdentificeerde risico's hoofdaannemer

Werkzaamheden	Risico	Beheersmaatregel	Toetsingsresultaten opgenomen in database met projectrisico's
Voorbouwlocatie Kanaalbrug	Op het terrein vinden diverse hoog risicovolle werkzaamheden plaats in relatie tot de montage van de brugdelen, de aanvoer van de brugdelen en het invaren van de brug.	De voorbouwlocatie van de Kanaalbrug is ingericht als apart projectgebied, met afscheiding en toegangspoor. Voor deze voorbouwlocatie stelt de onderaannemer/leverancier een specifiek V&G Plan Uitvoeringsfase op. In principe kennen de werkzaamheden binnen dit gebied geen directe raakvlakken met de overige werkzaamheden in het totale projectgebied. Indien dit op enig moment wijzigt dan zal daar afstemming over plaats vinden tussen de betreffende partijen, waarbij minimaal de V&G Coördinator en/of Veiligheidsmanager zijn aangesloten.	Nee
Hijswerkzaamheden	<p>Bij hijswerkzaamheden met verhoogd risico moet een specifiek hijsplan worden opgesteld.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hijswerk waarbij boven/over publieke omgeving, gebouwen en/of verkeer wordt gehesen. ■ Hijswerk in directe nabijheid van hoogspanningsleidingen of bovenleidingen van spoorlijnen. ■ Hijswerk met meerdere hijskranen/funderingsmachines in elkaars draaibereik. ■ Hijswerk van lange (> 20m) / excentrische elementen of andere bijzondere lasten. ■ Hijswerk in situaties waarbij de machinist geen direct zicht heeft op de te hijsen last. 	<p>Een specifiek hijsplan omvat minimaal:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Specificaties en capaciteit (hijsstabellen) van in te zetten hijskranen, funderingsmachines en hijsmiddelen. ■ Een berekening van het gewicht en de ligging van het zwaartepunt van de hijslast. ■ Een toetsing van de benodigde hijsmiddelen en kraancapaciteit (maximale hijslast op basis van lastvluchtdiagram). ■ Een tekening waarop opstelling en hijsbereik van de hijskranen en funderingsmachines, massa en afmetingen van de hijslast met aangegeven hijspunten. ■ Een toetsing van voldoende draagkracht van de ondergrond. ■ Werk- en hijsmethodieken, -volgorde en -risico's en te nemen beheersmaatregelen. ■ Mogelijke calamiteitenscenario's met maatregelen. ■ Wijze van communicatie tijdens en toezicht op de hijswerkzaamheden. 	Nee
Hijswerkzaamheden - Opleiding	-	<p>Personeel dat zich bezig houdt met hijswerkzaamheden moet hiervoor zijn opgeleid.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Kraanmachinisten moeten in het bezit zijn van een vakbekwaamheids-certificaat TCVT-certificaat (Stichting Toezicht Certificatie Verticaal Transport) voor de betreffende categorie hijsmiddel. ■ Hijsbegeleiders (Seingevers) moeten in het bezit zijn van een vakbekwaamheids-certificaat TCVT-certificaat (W4-08) of gelijkwaardig. ■ De funderingsploeg dient aantoonbare opleiding en ervaring te hebben in het uitvoeren van funderingswerkzaamheden. De machinist van de funderingsmachine moet in het bezit zijn van een TCVT persoonscertificaat machinist kleine of grote funderingsmachine dat niet ouder is dan 5 jaar. ■ Op plaatsen waar het valbereik van (funderings-)elementen deels buiten het werterrein ligt zijn de medewerkers van de funderingsploeg ook in het bezit van het certificaat veilig aanslaan van lasten of de opleiding funderingsmedewerker I of II waarin het aanslaan van lasten wordt geëxamineerd. 	Nee
Hijswerkzaamheden - Verantwoordelijkheden	-	<p>Het bedrijf, de onderaannemer of de discipline die de hijswerkzaamheden laat uitvoeren is zelf verantwoordelijk voor:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Het opstellen van een eigen V&G-, werk- en controleplan. ■ Het (laten) opstellen van een hijsplan indien van toepassing. ■ Het aanwijzen van deskundige/opgeleide medewerkers (machinist, hijsbegeleider en indien nodig seingeveer). ■ Het verstrekken van een veilige werkopdracht. ■ Het geven van de juiste instructies. 	Nee

Werkzaamheden	Risico	Beheersmaatregel	Toetsingsresultaten opgenomen in database met projectrisico's
Hijswerkzaamheden	Breken Bezwijken Vallende voorwerpen	<p>Bronmaatregel</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ N.v.t. <p>Collectieve maatregel(en)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Toepassen materialen met hijsvoorzieningen af fabriek. ■ Inzet aantoonbaar gekeurd en geschikt materieel. ■ Gebruik aantoonbaar gekeurde en geschikte hijsmiddelen. ■ Hijswerkzaamheden uitvoeren door aantoonbaar opgeleide medewerkers. ■ Opstellen hijsplan indien van toepassing. ■ Opstellingskeuring uitvoeren indien van toepassing. ■ Stabiele opstelling materieel. Indien nodig grond mechanisch onderzoek uitvoeren. ■ Fysiek afzetten werkgebied d.m.v. geschikte afzettingen. ■ Gerichte en aantoonbare voorlichting en instructie medewerkers. <p>Individuele maatregel</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Opleiding hijsbeleider of seingever ■ Persoonlijke beschermingsmiddelen ■ Generiek verplichte PBM's conform V&G Plan. <p>Overig</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Zie TCVT – Toezicht Certificatie Verticaal Transport ■ Zie Richtlijnen NVAf 	Nee
Algemeen	-	Ik loop of sta niet onder hangende lasten.	Nee

Staalbouwer

De staalbouwer heeft risico's vanuit zijn standaard RI&E opgehaald, maar niet project specifiek. Op basis van dit document heeft de raad een selectie gemaakt op risico's verbonden aan het hijswerk, zie tabel 2. Enkele teksten zijn aangepast om de leesbaarheid te bevorderen.

Tabel 2. Selectie van geïdentificeerde risico's staalbouwer

Werkzaamheden	Risico	Beheersmaatregel
Samenstellen	Vallende voorwerpen	<ul style="list-style-type: none">■ Losliggende delen uit constructies verwijderen.■ Niet onder de last zijn.
Monteren	Klemming	<ul style="list-style-type: none">■ Veranker constructiedelen stabiel.■ Ben buiten de val- en klemzones.■ Veiligheidsschoenen dragen.■ Tillen vanuit de knieën met gestrekte rug.■ Til geen te zware voorwerpen.■ Communiceer duidelijke.
Monteren	Vallende voorwerpen	<ul style="list-style-type: none">■ Losliggende delen uit constructies verwijderen.■ Draag een veiligheidshelm.■ Niet onder last lopen.■ Stabiel stapelen.■ Voorwerpen stabiel plaatsen/laten rusten.
Hijswerkzaamheden	Vallende voorwerpen - slag of stoot	<ul style="list-style-type: none">■ Dragen PBM's.■ Helmdracht onder hijswerktuig.■ Collectieve afbakening werkzone.■ Te hijsen materiaal/materieel goed bevestigen.■ Goede communicatie en coördinatie.■ Zorgen voor goede zichtbaarheid tijdens het verplaatsen van goederen.■ Opmaken van een hijsplan bij kritieke lasten.

Hijsbedrijf

Het hijsbedrijf heeft risico's vanuit zijn standaard RI&E opgehaald, maar niet project specifiek gemaakt. Op basis dit document heeft de raad een selectie gemaakt op risico's verbonden aan het hijswerk, zie tabel 3. Enkele teksten zijn aangepast om de leesbaarheid te bevorderen.

Tabel 3: Selectie van geïdentificeerde risico's hijsbedrijf

Werkzaamheden	Risico	Beheersmaatregel
Hijzen van de last - algemeen	Gewicht en/of zwaartepunt niet bekend	<ul style="list-style-type: none">■ Het gewicht en of zwaartepunt worden bezorgd door de klant en worden (indien mogelijk) geïdentificeerd door middel van tekeningen / berekeningen.■ De kranen worden opgesteld volgens hijsplannen.■ In geval de werkzaamheden worden onderbroken, wordt het probleem besproken met de supervisor en verantwoordelijke van de klant.■ Zodra beslist wordt om de werkmethode of het te gebruiken hijsmateriaal aan te passen wordt een document management of change opgemaakt. Dit document wordt ondertekend door alle betrokken partijen.
Hijzen van de last - algemeen	Botsing met personen	<ul style="list-style-type: none">■ Zwenkroute en onmiddellijke omgeving moet vrij gehouden worden van onbevoegd personeel.■ Alle hijsbewegingen worden geleid door de supervisor (seingever).■ Communicatie tussen supervisor (seingever) en kraanman verloopt via radio communicatie.■ Alle personen betrokken bij de hijsactiviteiten en aanwezig in de hijszone blijven ten allen tijde uit de <i>line of fire</i>.
Hijswerkzaamheden	Draaien last Scheef hangen last Gevaar duikelen last	<ul style="list-style-type: none">■ Niet elektrisch geleidende stuurlijnen gebruiken waar mogelijk (indien noodzakelijk maak gebruik van meerdere stuurlijnen).■ Hou rekening met de maximale toegelaten windsnelheid tijdens hijzen (info hijsplan of kraanboek).■ Alle personen betrokken bij de hijswerkzaamheden en aanwezig in de hijszone blijven uit de <i>line of fire</i>.

G.3 Na het ongeval

De hoofdaannemer heeft na het ongeval een procedure opgesteld voor de indeling van hijswerkzaamheden naar risico.¹⁵⁴ Daarbij zijn alle hijswerkzaamheden ingedeeld in drie categorieën: routine, niet-routine of kritische hijswerkzaamheden. In de categorie kritische hijswerkzaamheden vallen meerdere vormen van hijsen, zoals het gewicht van de last van meer dan 30 ton, het hijsen van een last van meer dan 10 ton door twee of meer kranen, hijswerkzaamheden op minder dan 10 meter vanaf gebouwen (inclusief bouwketen) waar mensen in aanwezig zijn of hoogspanningsmasten, kranen vanaf 150 ton hijsgewicht of een hijsklus waarbij het zwaartepunt wordt verlegd tijdens het hijsen. Als beheermaatregelen schrijft de hoofdaannemer onder meer voor: een specialistisch projectmatig werkplan, specifieke taak-risico-analyse voor de hijsactiviteit, een safety plan, hijstekening en stropplan. Met een controle op de hijstekening en een bezoek van de bouwlocatie door een onafhankelijke partij.

¹⁵⁴ Hoofdaannemer, *Procedure bepalen veilige hijscategorie*, oktober 2025.

Onderzoek adviesbureau

De Onderzoeksraad heeft zich voor de verklaring waardoor het boogbeen tijdens het hijsen kon kantelen laten bijstaan door Eager.One. Eager.One is een ingenieurs- en adviesbureau met onder meer ervaring met het opstellen en doorrekenen van hijs- en *rigging*-plannen. Zij hebben een technische analyse uitgevoerd van het ongeval. De Onderzoeksraad heeft Eager.One het volgende gevraagd:

- Om zelf hijs- en *rigging*-plannen op te stellen voor de drie hijsoperaties met de boogbenen¹⁵⁵, op basis van dezelfde uitgangspunten (kranen, hijsogposities) als het hijsbedrijf. De betrokkenen van Eager.One hadden toen nog geen kennis van de hijsplannen van het hijsbedrijf.
- Om de hijs- en *rigging*-plannen van het hijsbedrijf voor de drie hijsoperaties met de boogbenen te toetsen op basis van de eigen normen en richtlijnen, met in het bijzonder aandacht voor de stabiliteit van het boogbeen.
- Om de uitvoering van de drie hijsoperaties te analyseren op basis van de beschikbare informatie. Om daarbij te kijken naar eventuele afwijkingen ten opzichte van de hijsplannen (theorie versus praktijk) en om de invloed van zulke eventuele afwijkingen op de stabiliteit te beschrijven.

Eager.One heeft negen rapportages opgesteld, één rapportage per hijsoperatie per vraag. Daar waar de Onderzoeksraad in dit rapport gebruik maakt van deze rapportages, wordt er naar het desbetreffende rapport verwezen. De rapportages zijn beschikbaar op de website van de Onderzoeksraad (www.onderzoeksraad.nl).

¹⁵⁵ De drie hijsoperaties met de boogbenen waren: van de kade bij de fabriek het schip in, van het schip naar voertuig op de kade in Lochem en van het voertuig naar installatiepositie.



Onderzoeksraad voor Veiligheid

Onderzoeksraad

mr. C.J.L. van Dam MPM, voorzitter

dr. E.A. Bakkum

dr. S.C. Douglas

mr. C.A.J.F. Verheij, secretaris-directeur

bezoekadres: Lange Voorhout 9, 2514 EA Den Haag

postadres: Postbus 95404, 2509 CK Den Haag

telefoon: 070 333 70 00

e-mail: info@onderzoeksraad.nl