



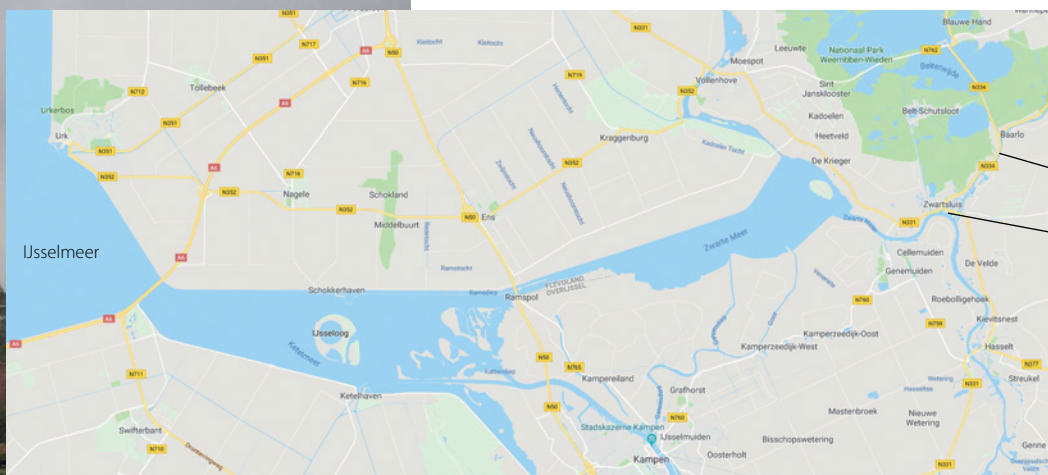
Nieuwe Meppelerdiepsluis verbetert waterveiligheid en doorgang scheepvaart

Van keersluis naar schutsluis

1 Meppelerdiepsluis, na ombouw keersluis tot schutsluis

foto: Sander Jongsma / RTV Oost

2 Ligging vaarroute IJsselmeer - Meppelerdiep



Meppelerdiep

Meppelerdiepsluis

2



ing. Koen van Gelder

Antea Groep

De Meppelerdiepsluis is omgebouwd van keersluis tot schutsluis. De vernieuwde sluis zorgt voor een verbeterde waterkering én voor minder stremmingen voor de scheepvaart. Omdat de keersluis als schutsluis kan worden gebruikt, vindt de scheepvaart nu namelijk ook bij hoge waterstanden doorgang. De sluis moest met minimale hinder voor scheepvaart en wegverkeer worden gebouwd. Dat vroeg om een complexe bouwfaserings.

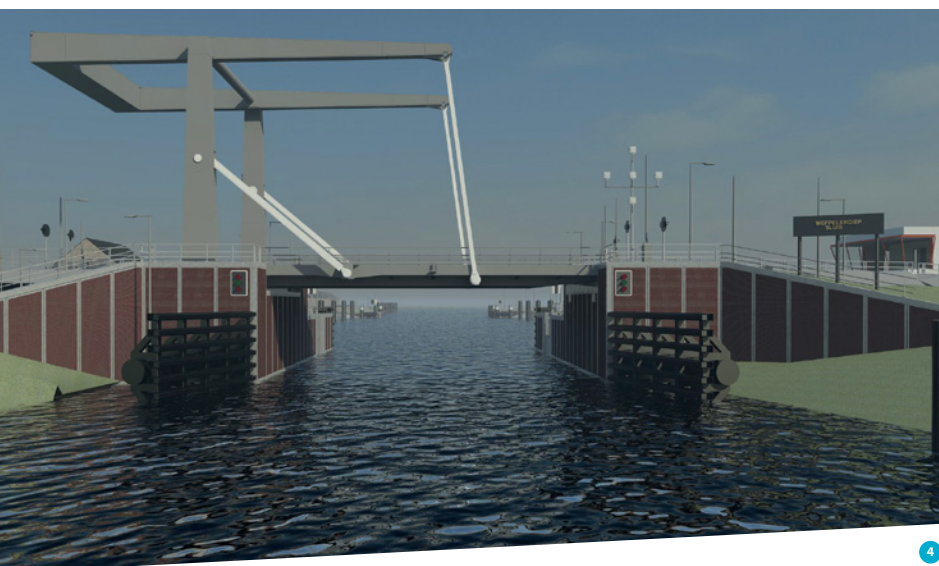
Van het IJsselmeer naar Meppel loopt een hoofdvaarweg via Ketelmeer, Zwarte Meer, Zwarte Water en Meppelerdiep (fig. 2). Deze route is al vele decennia van cruciaal belang voor het goederenvervoer van en naar het noorden. Deze route passeert het dorp Zwartsluis, waar het Zwarte Water en het Meppelerdiep samenkomen. Hier ligt ook de Meppelerdiepsluis, een belangrijke schakel in deze hoofdvaarweg. Deze sluis beschermt het achterliggende gebied bij hoogwater.

Oude situatie

De oude keersluis had 2x2 deuren en was geïntegreerd gebouwd met de oude brug. Twee puntdeuren (vloeddeuren) richting het westen dienden om bij aanhoudende westenwind het opgestuwde water van het IJsselmeer, via de trechter van het Ketelmeer en het Zwarte Meer, te kunnen keren. En twee puntdeuren (ebdeuren) richting het oosten moesten in tijden van droogte en een laag peil in het IJsselmeer water vanuit oostelijke richting tegenhouden en het peil in het achterland handhaven. De sluis moest zo'n zestien dagen per jaar dicht vanwege hoogwater.

De keersluis is, met de oude brug (foto 3), gebouwd rond 1950. De sluis was niet geschikt voor de scheepvaartklasse Va. De doorvaart was te smal en de drempel lag met ongeveer 3,50 m waterdiepte veel te hoog. Daarnaast voldeed de waterkering niet meer aan de huidige eisen. Bijkomend knelpunt was dat sluiting van de waterkering leidde tot scheepvaartstremming. Schepen lagen bij hoogwater soms enkele dagen te wachten voordat ze verder konden. En vanwege de te verwachten hogere waterstanden zou dit nog veel vaker gaan gebeuren.

Samen met regionale overheden besloot Rijkswaterstaat de oude keersluis te vervangen door een schutsluis. Hierdoor kan



RAMS

RAMS staat voor de samenhang tussen de aspecten betrouwbaarheid, beschikbaarheid, onderhoudbaarheid en veiligheid. Het acroniem staat voor Reliability (Betrouwbaarheid), Availability (Beschikbaarheid), Maintainability (Onderhoudbaarheid), Safety (Veiligheid).

Werken volgens de RAMS-aanpak houdt in dat alle details in het sluisontwerp kritisch worden bekeken op de faalkans.

bij hogere waterstanden toch scheepvaartverkeer plaatsvinden en wordt de vaarweg van Amsterdam naar Meppel betrouwbaarder.

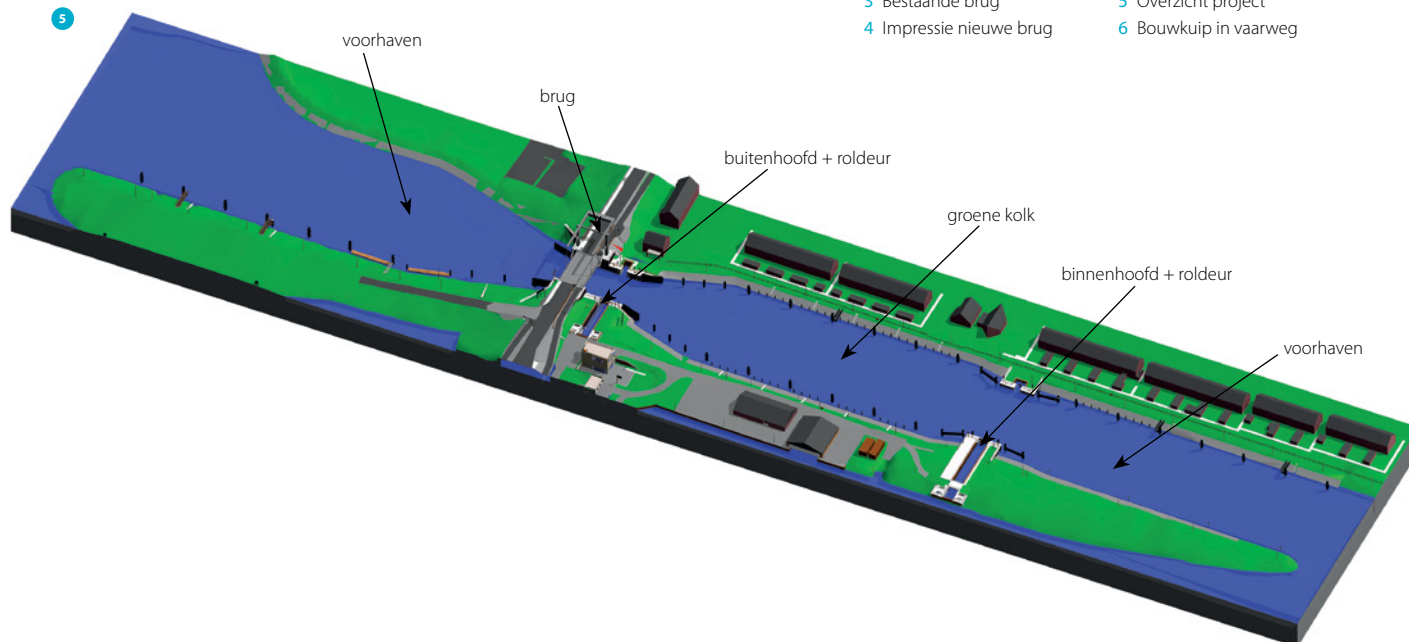
Uitgangspunten en eisen ontwerp

Wat het ontwerp Meppelerdiepsluis bijzonder maakt, is dat de sluisdeuren in principe niet in de vaarweg staan. De kering staat hierdoor niet standaard in een gesloten stand. Dit betekent dat er specifieke eisen gelden om de betrouwbaarheid van de kering te garanderen. Bijvoorbeeld om 'niet merkbaar falen' te voorkomen. Rondom de beschikbaarheid en betrouwbaarheid stelde Rijkswaterstaat specifieke eisen op. Deze zijn aan de hand van een uitgebreide RAMS-analyse aangetoond (zie kader 'RAMS').

4

Daarnaast stelde Rijkswaterstaat nog enkele belangrijke eisen aan het werk:

- Vaarwegstremmingen van maximaal zeven dagen achtereenvolgens tijdens de realisatie van het werk. In totaal mocht de vaarweg 43 dagen worden afgesloten. Verkeersstremmingen moesten worden beperkt tot één weekend.
- Geen toepassing van sluiskolkwanden, maar van een groene oever (groene kolk, met natuurlijk talud). Hierdoor gaat het sluisencomplex visueel op in de omgeving.
- Een doorvaartbreedte van het buitenhoofd van 20,50 m.
- Doorvaartbreedte van het binnenhoofd van 37 m. Bij deze breedte kunnen schepen onderling passeren (krap profiel).
- Het buitenhoofd wordt gebouwd inclusief een beweegbare ophaalbrug. Naast de ombouw van het sluisencomplex werd hiermee ook een van de grootste ophaalbruggen van Nederland gerealiseerd.



Omdat er sprake is van een waterkering gecombineerd met de functie van schutsluis én daar overheen een beweegbare brug, was betrouwbaarheid een belangrijk thema in de aanbesteding. Immers, de waterkering moet altijd werken als dat nodig is. In het ontwerp was redundantie op kritische onderdelen als de deuraandrijving en de machinekamers daarom een belangrijk uitgangspunt.

Belastingen

De sluis is ontworpen overeenkomstig de RVW2011 (Richtlijnen Vaarwegen) en de ROK (Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken) met bijbehorende scheepvaartbelastingen. Voor de niet-vernieuwbare levensduur geldt een periode van 100 jaar. In geval van een aanvaring van een sluisdeur luidde de eis dat de sluisdeur wel mocht bezwijken, maar de sluishoofden niet. Dit betekent dat is getoetst bij welke belastingen de sluisdeuren bezwijken (ongeveer 3750 kN). Daarna is de sterkte van de sluishoofden berekend op basis van deze belastingen inclusief de nodige veiligheden.

Ontwerp

Het nieuwe complex dat Rijkswaterstaat voor ogen had, voorzag in twee voorhavens, twee sluishoofden met roldeur, een groene sluisolk, een nieuw bedieningsgebouw en een nieuwe beweegbare brug (fig. 4).

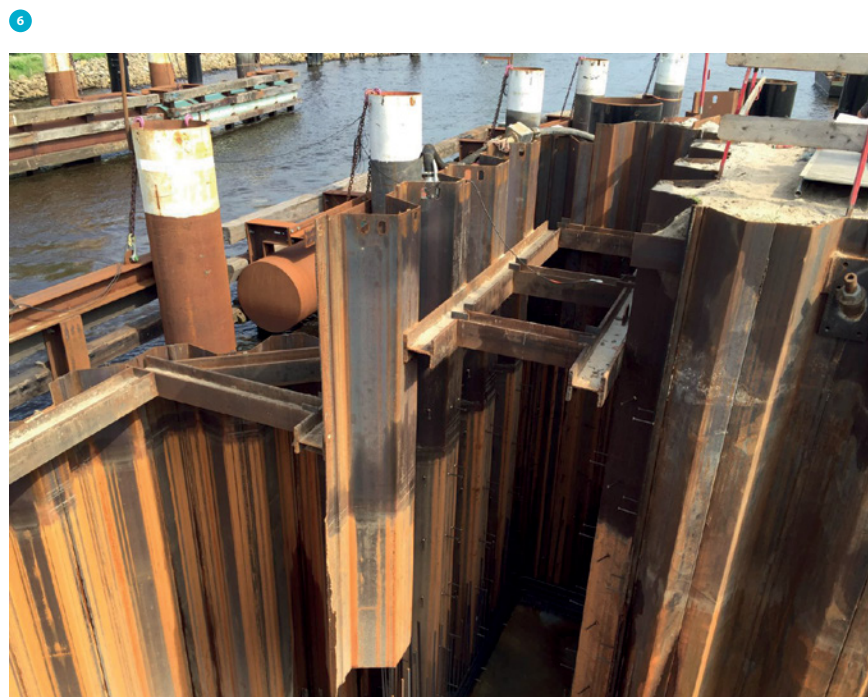
Twee opties

Uit de eisen, met name het aantal stremmingsdagen, volgde dat er twee ontwerpopties mogelijk waren. De eerste was de realisatie van een nevengeul. Hierin kon het sluiscomplex buiten de verkeersstromen worden gerealiseerd. Er was echter beperkt ruimte voor het graven van een nevengeul. Daarnaast hadden alle tijdelijke voorzieningen die moesten worden getroffen om scheepvaart en wegverkeer doorgang te laten vinden, grote implicaties op de beperkte ruimte. Daarom viel de keuze op de tweede optie: realisatie op de bestaande locatie (fig. 5).

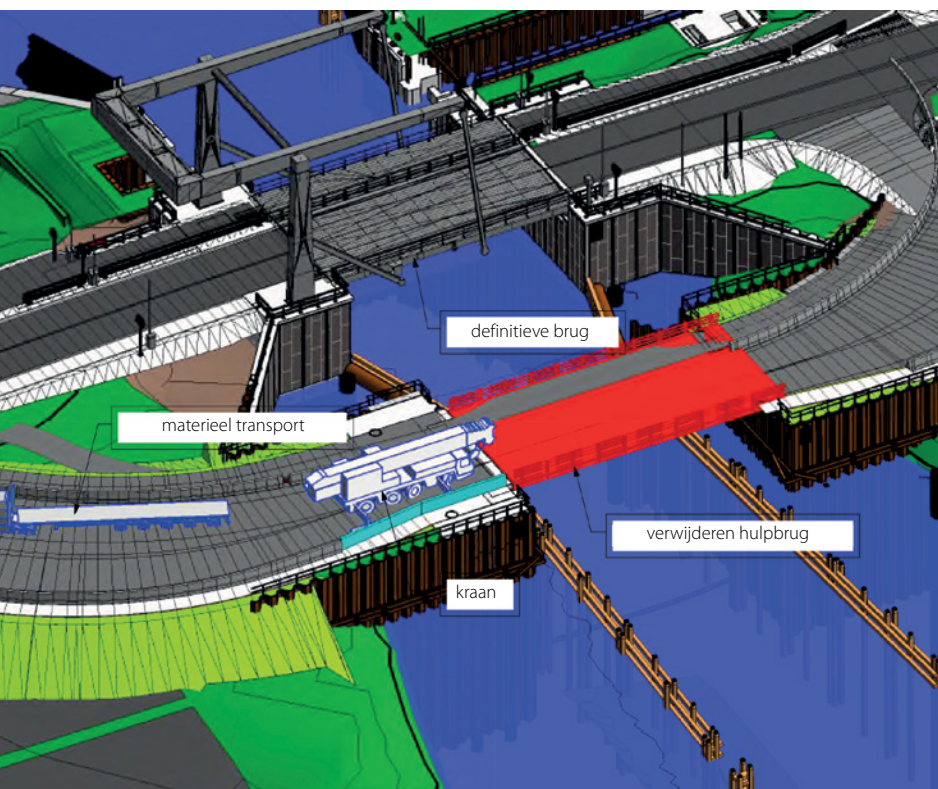
De nieuwe brug ligt op exact dezelfde locatie als de bestaande brug. Het buitenhoofd ligt tegen de nieuwe brug aan, op een vergelijkbare locatie als de oude keersluis. Het binnenhoofd, een nieuw object om van de sluis een schutsluis te maken, ligt 200 m stroomopwaarts.

Damwanden als permanente constructie

De bouw van de sluishoofden op een locatie mét vaar- en wegverkeer vroeg om een bouwmethode waarbij eventuele tijdelijke constructies van bouwkuipen ook meteen de permanente constructies waren (foto 6). Hierdoor was er geen extra werkruimte nodig voor bouwkuipen. Ook het continu waarborgen van de waterkering was een belangrijk vereiste. Dit leidde ertoe dat is gekozen voor het toepassen van damwanden



- 7 Fasering project in 3D-model
- 8 Plaatsen prefab-betondrempel
- 9 Doorsnede drempel met wapening



7

die als grondkering én als fundering fungeerden. Daarom zijn de damwanden ook vaak als verloren bekisting toegepast. De damwanden hadden binnen de (sloop)fasering al de functie van kwelscherm.

Sluishoofden

De sluishoofden zijn groot en massief uitgevoerd. Dit was noodzakelijk om de aanvaarbelastingen op te kunnen nemen. Door de hoogte van ongeveer 8 m van de betreffende sluishoofden was vooral bovenin veel wapening nodig om belastingen uit de aandrijving en de deurgeleidingen op te nemen. Het beton zit grotendeels opgesloten in de damwandkuipen, maar is via de vele deuvels wel constructief verbonden met de damwanden. Door het beton in drie fasen te storten, bleef de stortedruk op de damwanden beperkt. Voor deze sluishoofden is gebruikgemaakt van een traag betonmengsel om scheurvorming te voorkomen. Het bovenste deel is gestort met een fijne korrel omdat er veel wapening rondom de verankering van het omloopwiel noodzakelijk was.

Ontwerpkeuzen als gevolg van fasering

Als gevolg van de stremmingseisen kende het project een bijzondere fasering. Deze is volledig in het 3D-model voorbereid (fig. 7). De fasering heeft geleid tot enkele belangrijke

ontwerpkeuzen ten aanzien van sluishoofden en sloop bestaande constructie.

Buitenhoofd met drempel

Er is voor gekozen de drempel in de doorvaart van het buitenhoofd uit te voeren in prefab beton. Hij is op twee damwanden evenwijdig aan de drempel aangebracht (foto 8 en fig. 9). Deze damwanden zijn onder water door een duikploeg op hoogte afgebrand. Tevens is een stelconstructie gemonteerd. Voor een goede verbinding is het geheel vervolgens omsloten met onderwaterbeton. Om het onderwaterbeton te kunnen aanbrengen, zijn in de drempel enkele stortkokers en stekken opgenomen.

De drempel in de deurkas is in de droge bouwkuip buiten de doorvaart gerealiseerd.

Binnenhoofd in twee fasen

Bij het binnenhoofd was de beschikbare doorvaart groter waardoor het geheel in twee fasen, in een droge bouwkuip in de watergang, kon worden gerealiseerd. Hierdoor bleef de vaarweg altijd bevaarbaar. Om een veilige doorvaart mogelijk te maken, zijn zware tijdelijke geleidewerken gerealiseerd om de bouwkuip te beschermen.

Sloop bestaande constructie

Om de stremmingsduur te beperken, is de sloop van de bestaande constructie – waaronder de vloer van 2 m dik – uitgevoerd met vier sloopkranen tegelijkertijd. De oude vloer lag 2 m hoger en moest daarom in zijn geheel worden verwijderd. Het geheel is met vier sloopkranen in den natte gesloopt, in drie fasen zodat de waterkering in stand bleef tot het buitenhoofd functioneel was.

Brug

Er is voor gekozen de nieuwe brug op een locatie naast de definitieve te bouwen en deze bovendien te gebruiken als tijdelijke brug. Zo was er voldoende tijd de oude brug te slopen. De nieuwe brug is in het voorjaar van 2017 verplaatst naar zijn definitieve locatie, waarbij voor een korte periode een hulpbrug is geïnstalleerd. Op deze manier kon de verkeershinder zo veel mogelijk worden beperkt.

Belasting en berekening damwand

Vanwege de complexe fasering werden de damwanden op verschillende manieren belast: onverankerd, verankerd met groutankers, verankerd met legankers of tijdelijk gestempeld. De damwanden zijn op al deze manieren berekend via D-sheet Piling. Als gevolg van de fasering kon ook nog eens sprake zijn van bijzondere extra belastingen zoals kraanstempels, een aanvaring of extreme waterstandsverschillen (tot wel 8 m in de bouwfase).



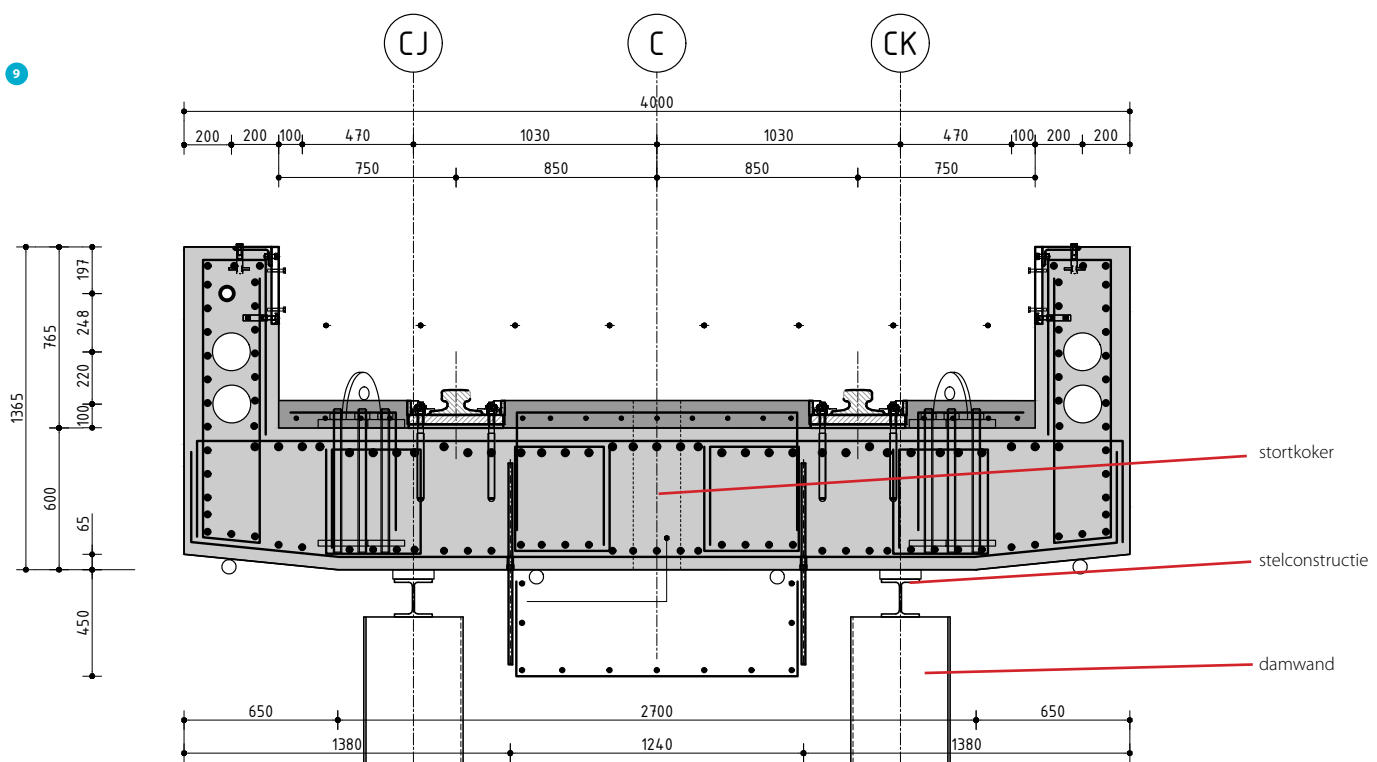
8

Vormgeving

Naast de uitdagingen in relatie tot de waterkering, fasering en de constructieve veiligheid, golden er eisen aan de vormgeving. Het sluizencomplex moest zo veel mogelijk visueel opgaan in de omgeving. De damwanden van de sluishoofden en de brug zijn bekleed met betonpanelen voorzien van steenstrips (foto 10). De panelen zijn bij de prefab-betonleverancier gestort door de steenstrips te plaatsen, af te kitten en daar overheen het beton te storten.

Ook voor het ophangen van de panelen moest een oplossing worden bedacht. Hier is gekozen voor het aanbrengen van een gording aan de damwand waaraan de panelen zijn opgehangen. Onder aan de panelen en in de damwandkassen is een waterafdichting gerealiseerd, zodat de ruimte achter de panelen kon worden opgevuld met beton. Hierdoor leidt een (geringe) aanvaring niet direct tot schade.

9





10

- 10 Betonpanelen met steenstrips met op voorgrond bestaande te slopen constructie
- 11 Plaatsen deur buitenhoofd

Betrouwbaarheid roldeuren

Omdat een onbeperkte doorvaarthoogte moesten worden gecombineerd met een zeer brede doorvaart (tot 37 m), zijn de sluisdeuren uitgevoerd als roldeur. Omdat deze roldeur weinig wordt gebruikt (hij staat in principe open), brengt dit onder meer het risico met zich mee van vuil op de drempel. Dit zou ertoe kunnen leiden dat de deur bij hoogwater niet goed zou kunnen sluiten. Daarom zijn de deuren voorzien van een

hydrojet-installatie. Deze reinigt de rails bij elke deurbeweging. Daarnaast zijn beide deuren voorzien van een vuilschuiver en een vuilopvangput om grotere objecten van de drempel te halen. De vuilschuiver zit voor op de deur gemonteerd, net boven de rails. De schuiver schuift het vuil vanaf de drempel in de put.

Qua aandrijving is gekozen voor een concept met een dubbel-aandrijving en vier koppelingen. Dit concept maakt het mogelijk bij storingen toch een sluiting tot stand te brengen. Ook is gekozen voor de bouw van twee machinekamers. Een grote calamiteit in één kamer leidt hierdoor niet meteen tot het buiten gebruik raken van de waterkering. De aandrijving zelf gebeurt met een kabeltrommel. Een breuk in de ene kabel kan worden opgevangen door handig gebruik te maken van de juiste configuratie van de askoppelingen, zodat de deur met de overgebleven kabel toch kan worden gesloten.

Impuls

Na vier jaar werkzaamheden werd de nieuwe Meppelerdiepsluis eind oktober 2017 officieel geopend. Er staan niet alleen een nieuwe sluis en ophaalbrug, maar ook een nieuw bedieningsgebouw, van waaruit naast de sluis, ook bruggen elders in de omgeving op afstand worden bediend. Vanaf nu hoeven schepen bij hoogwater nooit meer te wachten en kunnen grotere schepen de sluis passeren. Hierdoor krijgt het transport over water in het noorden een flinke impuls. ☒

PROJECTGEGEVENS

- project Meppelerdiepsluis: ombouw keersluis tot schutsluis
- opdrachtgever Rijkswaterstaat - GPO
- ontwerp Antea Group
- aannemer Strukton Reef (combinatie CSR)
- waterbouw en fundaties Heuvelman Ibis
- leverancier betonpanelen Strukton Prefab
- oplevering eind 2017



11