

Notitie / Memo

Haskoning Mobility & Infrastructure

Aan: Provincie Noord-Holland, Gemeente Den Helder, Defensie
en Port of Den Helder
Van: Rik van Schaik
Datum: 11 maart 2025
Kopie: Ingrid Nierop, Jan Breukelman
Ons kenmerk: BK2203-RHD-ME-A9-0001
Classificatie: Projectgerelateerd
Gecontroleerd door: Bert Hesselink

Onderwerp: Technische haalbaarheid Ravelijnbrug

Aanleiding en introductie

De aanleg en inpassing van een nieuwe oeververbinding tussen de N250 en het Nieuwe Diep/Nieuwe Werk te Den Helder wordt onderzocht voor een aantal zoeklocaties. De uitgangspunten die voor de technische haalbaarheid vanuit civiel, geotechniek en werktuigbouwkunde gelden worden in deze memo vastgelegd. Deze memo is een bijlage van de integrale rapportage.

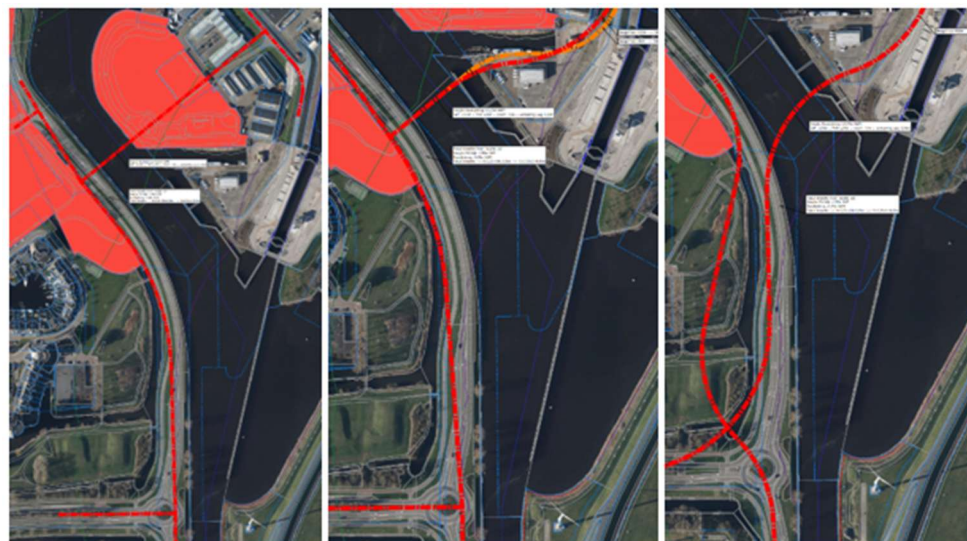
Voor het afwegen van de varianten wordt als uitgangspunt genomen dat vooral de inpassing (functioneel) en de kosten belangrijke parameters zijn. Voor andere gegevens zoals bijvoorbeeld het grondprofiel en het PVR onder de brug wordt aangenomen dat er tussen de varianten geen significante verschillen ontstaan, waardoor deze gegevens niet relevant zijn in de afweging. Ter validatie van de verschillende varianten en om te komen tot een kostenbeschouwing hiervan wordt er in deze fase een constructieve analyse gedaan op basis van richtlijnen, vuistregels en kerngetallen. Hiermee worden de varianten op hoofdlijnen constructief uitgewerkt op basis waarvan o.a. kostengegevens worden gemaakt. Belangrijke kostenindicatoren zoals funderingen, uitwerking van de landhoofden, aansluitingen etc. zijn niet in deze analyse meegewogen omdat ze geen effect hebben op de keuze voor een variant.

De resultaten van dit hoofdstuk zijn voornamelijk de hoeveelheden met betrekking tot liggers, steunpunten en de kostenindicatoren van de beweegbare brug. Deze kunnen vervolgens door de kostenrammer aan de varianten worden gekoppeld waarmee een beeld ontstaat van de kostenverschillen. Deze zullen enkel gebruikt

kunnen worden ten behoeve van een vergelijking tussen de varianten. Een meer specifieke SSK-raming zal in de volgende fase worden opgesteld op basis van een voorkeursvariant.

Uitgangspunten

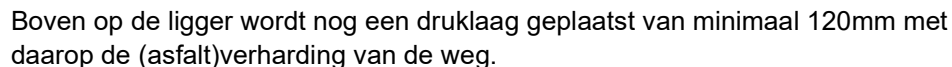
In deze analyse worden de drie meest kansrijke varianten vergeleken: Variant 7 met een haakse kruising, Variant 8 met een haakse kruising en variant 12 met een losse route parallel aan het water (vrije rechtsaf). Deze varianten zijn hieronder weergegeven.



Figuur 1: Overzicht van variant 7, 8 en 12 (v.l.n.r.)

Voor deze analyse wordt bij het vaste deel van de brug uitgegaan van een betonnen volstortligger, waarmee een effectieve overspanning kan worden gemaakt van 6 tot 21 meter. Hierbij worden prefab liggers geplaatst welke worden volgestort zodat een het brugdek de benodigde sterkte krijgt. Deze liggers zijn verkrijgbaar van verschillende leveranciers en in verschillende hoogtes. In deze analyse is uitgegaan van de HKO-ligger van Haitsma, waarbij de benodigde hoogte als een functie van de overspanning in de onderstaande grafiek te zien is. Hierbij dient te worden opgemerkt dat deze overspanning de afstand tussen de steunpunten is. In deze constructieve analyse worden de hartlijnen van de opleggingen gebruikt, waardoor er voor elke overspanning nog de oplegbreedte van de tussensteunpunten bij opgeteld kunnen worden. Hier kan als veilige

HKO-ligger



Afweging per variant

Variant 7

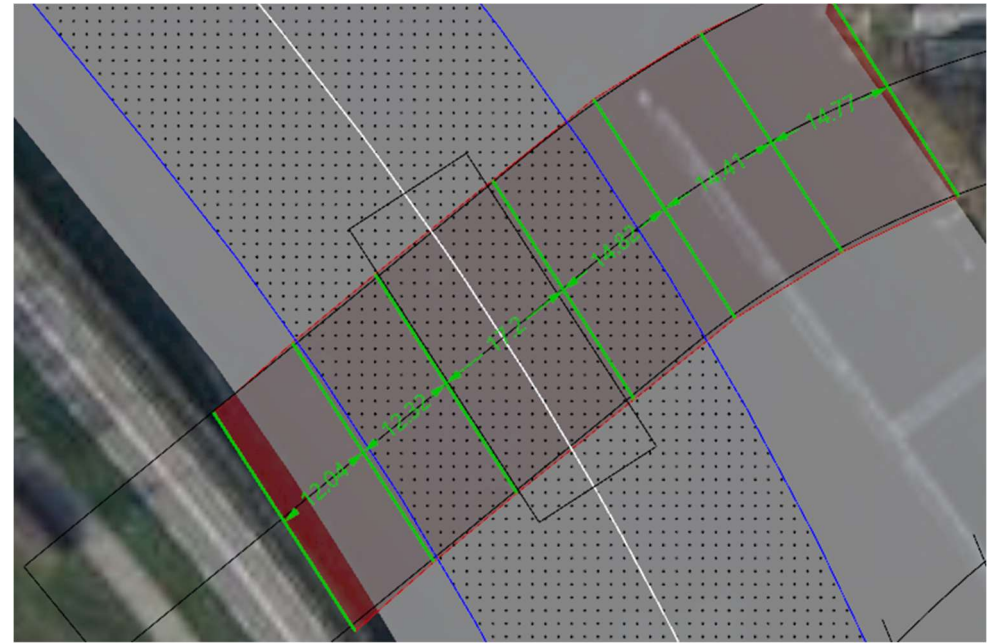
Voor het vaste deel van de brug geeft dit de naastgelegen gegevens welke een indicatie van de kosten geven. De controle van het beweegbare deel van de brug is gedaan middels een berekeningsblad in Mathcad voor ophaalbruggen van RHDHV. Voor de breedte wordt opgemerkt dat 30 meter voor dit type ophaalbrug zeer breed is. Er zal in dit geval een erg sterke dwarsbalk aan het einde nodig zijn

Onderdeel	Hoeveelheid
Oppervlakte vast	1273 m ²
Maximale overspanning vast	15 meter
Hoogte van het brugdek vast	720 mm
Breedte	30 meter
Oppervlakte beweegbaar	511 m ²
Overspanning beweegbaar	17,2 meter
Gewicht totaal staal beweegbaar	2 x 487 = 974 ton

Variant 8

Variant 8 is de middelste variant van de overgebleven opties en heeft een totale overspanning van ongeveer 85 meter. Het PVR van de doorvaartroute is in het overzicht hieronder geschetst met het zwarte blok waardoor een overspanning van het beweegbare deel nodig is met een overspanning van ongeveer 17,2 meter (doorvaarbreedte 15,5m plus ruimte voor aanvaarbescherming, constructiedikte en ruimteverlies door evt. schuin oversteken). Verder zijn er 5 velden met een maximale overspanning van ongeveer 15 meter.

Voor het vaste deel van de brug geeft dit de naastgelegen gegevens welke een indicatie van de kosten geven. De controle van het beweegbare deel van de brug is gedaan middels een berekeningsblad in Mathcad voor ophaalbruggen van RHDHV. Voor de breedte wordt opgemerkt dat 30 meter voor dit type ophaalbrug zeer breed is. Er zal in dit geval een erg sterke dwarsbalk aan het einde nodig zijn om krachten uit het dek in dwarsrichting naar de hameistijlen te verdelen, of de ophaalbrug moet in de breedte in twee delen worden verdeeld. Dit brengt uiteraard extra kosten met zich mee. In het voorbeeld hieronder is uitgegaan van een dubbele ophaalbrug.

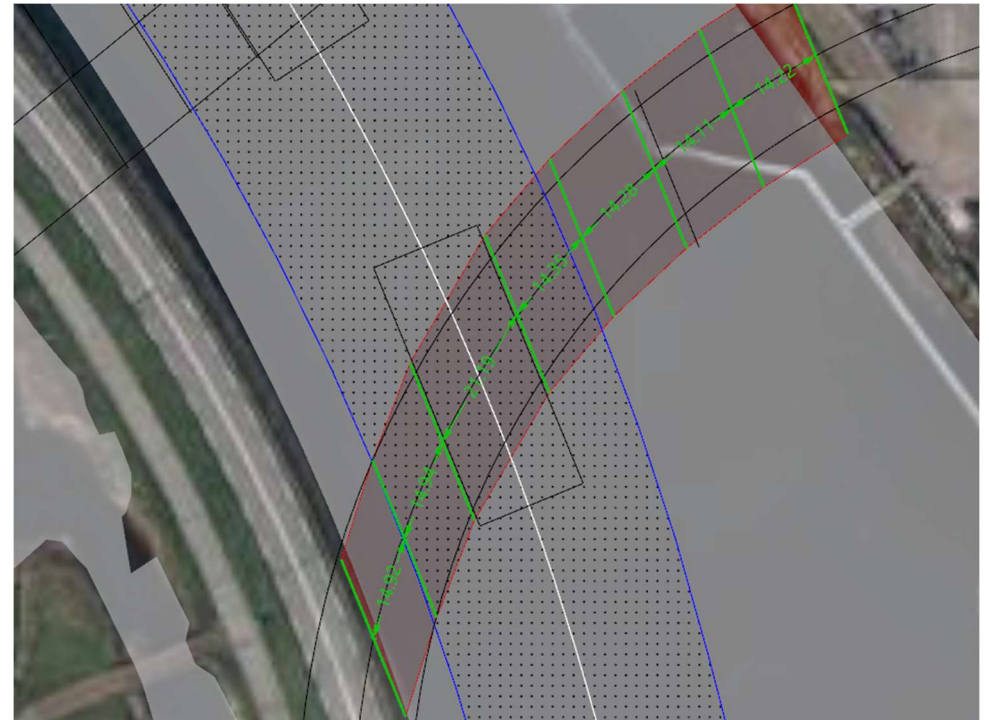


Onderdeel	Hoeveelheid
Oppervlakte vast	2030 m ²
Maximale overspanning vast	15 meter
Hoogte van het brugdek vast	720 mm
Breedte	30 meter
Oppervlakte beweegbaar	511 m ²
Overspanning beweegbaar	17,2 meter
Gewicht totaal staal beweegbaar	2 x 487 = 974 ton

Variant 12

Variant 12 is de zuidelijkste variant van de overgebleven opties en heeft een totale overspanning van meer dan 100 meter, waarbij er omwille van de wegligging een kromming in het alignement ligt. Het PVR van de doorvaartroute is in het overzicht hieronder geschetst met het zwarte blok waardoor een overspanning van het beweegbare deel nodig is met een overspanning van ongeveer 21,19 meter (doorvaarbreedte 15,5m plus ruimte voor aanvaarbescherming, constructiedikte en ruimteverlies door schuin oversteken). Verder zijn er 6 velden met een maximale overspanning van ongeveer 15 meter.

Voor het vaste deel van de brug geeft dit de naastgelegen gegevens welke een indicatie van de kosten geven. De controle van het beweegbare deel van de brug is gedaan middels een berekeningsblad in Mathcad voor ophaalbruggen van RHDHV.



Onderdeel	Hoeveelheid
Oppervlakte vast	1788 m ²
Maximale overspanning vast	15 meter
Hoogte van het brugdek vast	720 mm
Breedte	24,5 meter
Oppervlakte beweegbaar	410 m ²
Overspanning beweegbaar	21,2 meter
Gewicht totaal staal beweegbaar	919 ton

Aanbevelingen

De constructieve analyse in deze fase is uitgevoerd op basis van een functionele brugindeling, een berekeningssheet voor ophaalbruggen en kengetallen voor volstortliggers. Dit om tot een globale kostenraming te komen waarmee de varianten op kosten met elkaar vergeleken kunnen worden. Dit geeft dus per definitie geen betrouwbare raming waarmee de uiteindelijke kosten van de varianten ingeschat kunnen worden. In de volgende fase dient het ontwerp van het vaste en het beweegbare deel van de brug verder te worden uitgewerkt. Hierbij kan worden geoptimaliseerd in het brugdek en dienen ook de tussensteunpunten en landhoofden verder te worden uitgewerkt om deze kosten beter in kaart te brengen.

Bij deze analyse van de drie varianten wordt opgemerkt dat de vaste delen van elke variant mogelijk zijn met overspanningen van 15 meter, wat een praktische overspanning is. De afweging tussen het vaste deel van de varianten zal op constructief gebied vooral worden gemaakt op basis van hoeveelheden welke een indicator zijn van de kosten. Voor het beweegbare deel wordt in dit hoofdstuk opgemerkt dat variant 7 en variant 8 een erg breed wegdek bevatten waardoor er geen praktische maat voor de breedte van een enkele ophaalbrug mogelijk is. Dit zal moeten worden opgelost met een stevig uitgevoerd dek (sterke eindbalk) of een opdeling in twee losse ophaalbruggen naast elkaar (die in tandem geopereerd worden). Elk van deze oplossingen heeft een consequentie voor de kosten. In deze analyse is voor de gewichtsbepaling van het staal uitgegaan van een dubbele ophaalbrug.

In de volgende fase waarin een schetsontwerp voor de gekozen voorkeursvariant gemaakt wordt, worden de richtlijnen IFD (eisen t.b.v. duurzaamheid/hergebruik) en ERBI (Eisen en Richtlijnen Bouw- en Infraprojecten) betrokken.

N.B. in deze fase zijn de marges voor brugopening en overspanning ruim ingeschat. In de volgende fase (schetsontwerp) wordt ontworpen met een doorvaarbreedte gelijk aan de Koopvaarderschutsluis 16 m (t.b.v. schipbreedte 15,5m).