

“ONTWERP KADECONSTRUCTIE HAVEN GOESE SAS”

Afstudeeronderzoek

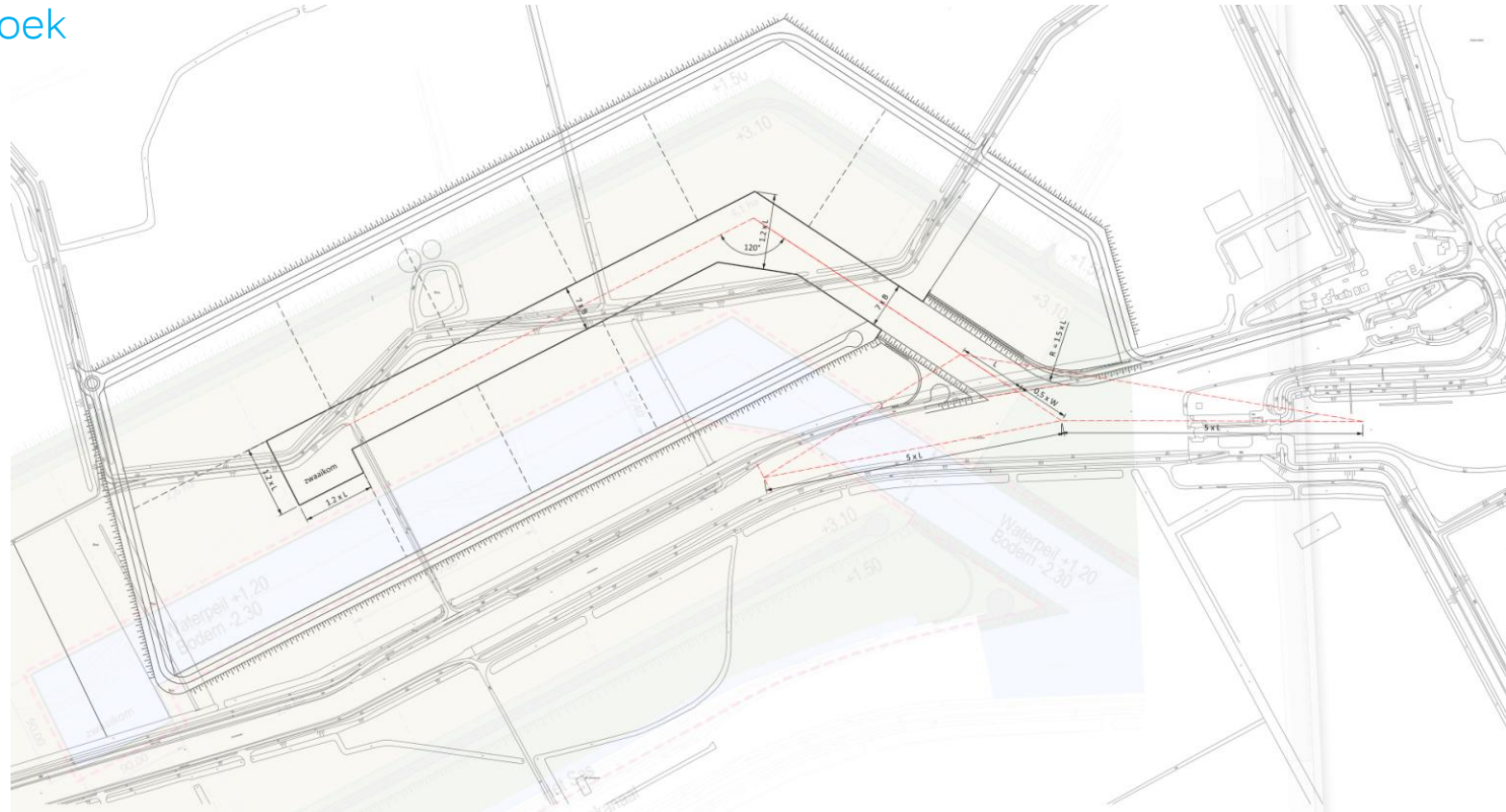
Auteurs:

Pascal Geldof - 1648227
Zuidstraat 133
4361 AH Westkapelle

Jacco Houmes - 1646270
Bellinkstraat 6
4361 DG Westkapelle

Begeleiders Hogeschool Utrecht
Dr. Ir. U. Backhausen
Ir. R den Houting

Opdrachtgever



ADVIESRAPPORTAGE



OPLEIDING CIVIEL DUAAL
CURSUSCODE: TCIT L14AFO-15

© 2017 P. Geldof en J. Houmes. Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, openbaar worden gemaakt in enige vorm of op enige wijze zonder uitdrukkelijke schriftelijke toestemming van de auteurs.

Afstudeeronderzoek

Hogeschool Utrecht
Opleiding Civiele Techniek dual
Auteurs: Pascal Geldof
Jacco Houmes
Datum: 30 mei 2017

Begeleiders Hogeschool Utrecht:
- Dr. Ir. U. Backhausen
- Ir. R. den houting

Bedrijfsbegeleiders:
Gemeente Middelburg
-Dr. Ir. S. Hageman
Gemeente Goes
- Ing. T. de Jonge

Algemene informatie

Auteurs scriptie:

Naam: Pascal Geldof
Werkgever: Gemeente Middelburg
Studentnummer: 1648227
E-mail: p.geldof@middelburg.nl

Naam: Jacco Houmes
Werkgever: Gemeente Goes
Studentnummer: 1646270
E-mail: j.houmes@goes.nl

Begeleiders Hogeschool Utrecht:

Naam: Dr. Ir. U. Backhausen
Functie: afstudeerbegeleider
E-mail: ursula.backhausen@hu.nl

Naam: Ir. R. den houting
Functie: afstudeerbegeleider
E-mail: rik.denhouting@hu.nl

Bedrijfsbegeleiders:

Naam: Dr. Ir. S. Hageman
Werkgever: Gemeente Middelburg
Functie: Hoofd openbare ruimte
E-mail: s.hageman@middelburg.nl

Naam: Ing. T. de Jonge
Werkgever: Gemeente Goes
Functie: Hoofd openbare ruimte
E-mail: t.dejonge@goes.nl

Extern begeleider:

Naam: Ir. R. de Kok
Werkgever: Raadgevend Ingenieursbureau F. Koch BV
Functie: Constructeur
E-mail: info@kochadviesgroep.nl

Voorwoord

Voor u ligt de adviesrapportage “Ontwerp kadeconstructie haven Goese Sas”. Het rapport is uitgevoerd als een afstudeeropdracht voor de duale opleiding Civiele techniek aan de Hogeschool Utrecht.

De opdrachtgever voor ons onderzoek is de gemeente Goes. Gemeente Goes is een ambitieuze gemeente met diverse uitbreidingswijken waaronder het “Goese Diep”. Om de wijk Goese Diep volledig te kunnen realiseren zullen bestaande watergebonden bedrijven op het aanliggende industrieterrein moeten worden verplaatst. De gemeente Goes heeft diverse vooronderzoeken laten uitvoeren naar de meest kansrijke locatie waar een nieuwe haven kan worden gerealiseerd. Voor de opdrachtgever is het van belang om te weten welke kadeconstructie geschikt is voor deze nieuwe haven.

In onze adviesrapportage is er onderzoek gedaan naar wat de meest geschikte kadeconstructie is op basis van de economische meest voordelige variant. Er zijn verschillende varianten vergeleken waarbij met behulp van een multicriteria-analyse drie varianten zijn geselecteerd. Deze varianten zijn constructief berekend en als voorontwerp met een kostenraming uitgewerkt. Aansluitend is aangegeven wat de voorkeursvariant is.

In november 2016 zijn we gestart met het onderzoek. Na een intensief traject van zes maanden kunnen we een rapport opleveren waarmee de opdrachtgever een onderbouwde keuze kan maken uit de geschikte kadeconstructies.

Dit rapport is tot stand gekomen met medewerking van verschillende personen. In het bijzonder willen we onze studiebegeleiders Ursula Backhausen en Rik Den Houting, en onze bedrijfsbegeleiders Triest de Jonge en Stephan Hageman bedanken. Daarnaast zijn we dankbaar voor de ondersteuning die we hebben mogen ontvangen van René De Kok en Yama Ahadi van Raadgevend Ingenieursbureau F. Koch BV te Goes.

Gedurende de gehele studie hebben we mogen rekenen op de steun en interesse van onze partners, familie, collega's en vrienden. We willen iedereen bij deze dan ook bedanken.

We wensen u veel plezier bij het lezen van dit onderzoek.

Westkapelle, 30 mei 2017

Pascal Geldof en Jacco Houmes



Samenvatting

De stad Goes is het bloeiende middelpunt van de regio “De Bevelanden”. Met diverse uitbreidingswijken blijft Goes groeien. Eén van deze wijken is woningbouwlocatie het “Goese Diep” gepland op het huidig industrieterrein de Houtkade. De huidige bedrijven gevestigd op dit industrieterrein zijn watergebonden. Dit wil zeggen dat de bedrijfsvoering afhankelijk is van aan- en afvoer via het water. De watergebonden bedrijven zullen op termijn moeten verhuizen naar een alternatieve locatie. In 2006 is gestart met de ontwikkeling van de eerste woningen op een voormalig deel van het industrieterrein en zijn er diverse vooronderzoeken uitgevoerd naar alternatieve locaties voor de te verplaatsen bedrijven. Door de crisis in de bouwsector is de ontwikkeling gestagneerd totdat in 2016 het project nieuw leven is ingeblazen. De noodzaak om de nog aanwezige bedrijven te verplaatsen is hierdoor weer actueel geworden. Uit de vooronderzoeken die in 2006 zijn uitgevoerd is gebleken dat de betrokken bedrijven, onder voorwaarden, bereid zijn om te verhuizen. In de vervolgonderzoeken zijn verschillende alternatieve locaties vergeleken. De meest geschikte locatie die aan de voorwaarden van de bedrijven voldoet is het “Goese Sas”. Gelegen aan het havenkanaal achter de sluis Goese Sas biedt de noordelijke variant de meeste mogelijkheden voor zowel de bedrijven als de initiatiefnemer gemeente Goes. De projectlocatie voor de nieuwe haven ligt achter een regionale

waterkering op te verwerven landbouwgronden. Om de nieuwe haven geschikt te maken voor de bedrijven moet een kadeconstructie worden aangelegd. Voor de initiatiefnemer gemeente Goes is het van belang de economische meest voordelige kadeconstructie te realiseren. Daarnaast moet de kadeconstructie voldoen aan de eisen van alle stakeholders. De eisen zijn vertaald naar een programma van eisen. Aan de hand van de eisen zijn drie geschikte varianten geselecteerd. De drie geselecteerde varianten zijn de L-muur, de damwandconstructie en het overbouwd talud. Alle kadeconstructies dienen geschikt te zijn voor het laden en lossen van schepen. De schepen worden gelost met een mobiele loskraan of een loskraan die op een kraanbaan staat opgesteld. Om de diverse kadeconstructies en de kraanbaan te dimensioneren zijn constructie berekeningen opgesteld. Met de gegevens uit de constructie berekening is een voorontwerp opgesteld en de wijze van uitvoering omschreven. Binnen afgebakende kaders is een raming opgesteld waarin de kosten voor realisatie, materialen en onderhoud en beheer voor de kadeconstructies zijn meegenomen. Per kadeconstructie is een prijs per strekkende meter bepaald. Op basis van kosten, bedrijfszekerheid en uitvoerbaarheid is de economisch meest voordelige voorkeursvariant, de damwandconstructie, geselecteerd. Het toepassen van de damwandconstructie in de haven is uitgewerkt waarbij een indicatie is gegeven van de totale realisatiekosten voor de haven.

Summary

The city of Goes is the thriving centre of the region called 'Bevelanden'. With various expansion areas, Goes continues to grow. One of these growing neighbourhoods is the "Goese Diep" housing site, which is planned at the current Houtkade industrial site. Current companies located in this industrial area are water-borne. This means that their operations are dependent on supply and transportation over the water. The water-based companies will eventually have to move to an alternative location. In 2006, the development of the first houses on a former part of the industrial site began and various preliminary investigations on alternative locations for the companies to be moved have been conducted. Due to the crisis in the construction sector, the development was stagnated until the project was revived in 2016. In that time the need to move the remaining companies had become a reality again. The preliminary investigations carried out in 2006 show that the companies involved are willing to move under certain conditions. In the follow-up studies different alternate locations have been compared. The most suitable location that meets the conditions of the companies is the "Goese Sas". Located at the port channel behind Goese Sas, the northern variation offers the most opportunities for both the companies and initiator the municipality of Goes. The project location for the new port is behind a regional watercourse on agricultural land that has to

be acquired. To make the new port suitable for the companies, a quay construction has to be constructed. For initiator the municipality of Goes it is important to realize the most economical quay construction. In addition to that, the quay construction must meet the requirements of all stakeholders. The requirements have been translated into a program of requirements. Based on those requirements, three suitable variations have been selected. The three selected variations are an L-wall, a sheet pile wall structure and a built over slope. All quay constructions need to be suitable for loading and unloading ships. The ships are loaded and unloaded with a mobile crane or a crane mounted on a crane track. To design the various quay constructions and the crane track, construction calculations have been prepared. With the data from the construction calculation a preliminary design has been drawn up and the manner of execution described. With certain requirements an estimate has been drawn up which includes the costs for realization, materials, maintenance and management for the quay constructions. Per quay construction, a price per metering meter is determined. Based on cost, reliability and feasibility, the economically most advantageous preferred variation is selected. In this case the sheet pile wall structure. The application of the sheet pile construction in the port has been designed, included is an indication of the total realization costs for the port.

Inhoud

1. Inleiding.....	9	4.3 Conclusie variantenstudie.....	36
1.1 Projectlocatie.....	12	5. Uitvoeringstechnieken.....	37
1.2 Probleemstelling.....	14	5.1 Uitvoeringstechniek hoofdzaken	37
1.3 Doelstelling.....	15	5.2 Uitvoering per variant	38
1.4 Leeswijzer	16	5.3 Kraanbaan.....	42
2. Inventarisatie Stakeholders.....	18	5.4 Conclusie uitvoeringstechnieken	43
2.1 Omschrijving stakeholders	18	6. Constructieberekeningen	44
2.2 Macht belang diagram.....	22	6.1 Uitgangspunten berekening	44
2.3 Gebruikers eisen bedrijven	23	6.2 Overbouwd talud	45
2.4 Conclusie stakeholders.....	24	6.3 Damwandberekening.....	47
3. Programma van eisen	25	6.4 L- Muur.....	49
3.1 Technisch programma van eisen	25	6.5 Kraanbaan.....	51
3.2 Nautische functie	27	6.6 Conclusie berekeningen	53
3.3 Functionele Eisen.....	28	7. Beheer en onderhoud	54
3.4 Eisen kadeconstructie Goese Sas.....	28	7.1 Beheer	54
3.5 Aanvullende eisen	30	7.2 Onderhoud.....	55
4. Onderzoek kadeconstructies	32	7.3 Variant afhankelijk onderhoud.....	56
4.1 Toetsingscriteria	32	7.4 Conclusie beheer en onderhoud.....	60
4.2 Multicriteria-analyse	34	8. Raming	61
		8.1 Opbouw raming	61

8.2 Uitgangspunten	61
8.3 Conclusie raming.....	62
9. Advies voorkeursvariant.....	63
9.1 Kenmerken varianten.....	63
9.2 Voorkeursvariant	65
10. Haven Goese Sas.....	67
10.1 Realisatie haven.....	67
10.2 Kosteninschatting aanleg haven.....	69
11. Conclusie en Aanbevelingen.....	71
11.1 Conclusie	71
11.2 Aanbevelingen.....	72
12. Bronnen	73
Bijlagenlijst.....	74
Afkortingen	75

1. Inleiding

Goes is een stad met een regiofunctie in de provincie Zeeland. Er is er veel bedrijvigheid, woningbouw en werkgelegenheid. Om Goes aantrekkelijk te houden worden er in- en uitbreidingsplannen ten bate van woningbouw gerealiseerd. Eén van de plannen die beperkt is ontwikkeld is de realisatie van de woonwijk “Goese Schans”. (zie figuur 1.1.) Het plan “Goese Schans” voorzag in de bouw van circa 2000 woningen op het huidige industrieterrein aan de Houtkade te Goes. Het industrieterrein ligt aan het Havenkanaal van het Goese Sas naar de stad Goes. Het originele bouwplan stamt uit 2005. De ontwikkeling van het plan is uiteindelijk gestart in 2006. In het plan was voorzien dat alle aanwezige bedrijven op het industrieterrein “De Houtkade” op termijn zouden moeten worden verplaatst. Gedurende het bouwrijp maken van een gedeelte van het projectgebied ontstond de landelijke bouwcrisis. Dit zorgde ervoor dat de vraag naar bouwgrond beperkt bleef. Door de beperkte vraag zijn er circa 50 woningen gebouwd en verkocht. De nog aanwezige bedrijven op het industrieterrein bleven gehandhaafd.

In 2015 is de vraag naar bouwgrond binnen de gemeente Goes toegenomen en heeft de gemeente Goes samen met twee marktpartijen een nieuw ontwikkelingsplan voor een gedeelte van het projectgebied gemaakt. Het plan “Goese Diep” voorziet

momenteel in de bouw van circa 500 woningen. Het overige deel van het projectgebied waar momenteel nog industrie op gehuisvest zit, blijft voorlopig nog gehandhaafd voor deze bedrijven. Dit kan in de toekomst mogelijk problemen geven in verband met overlast op het gebied van geluid, transportbewegingen en trillingen.



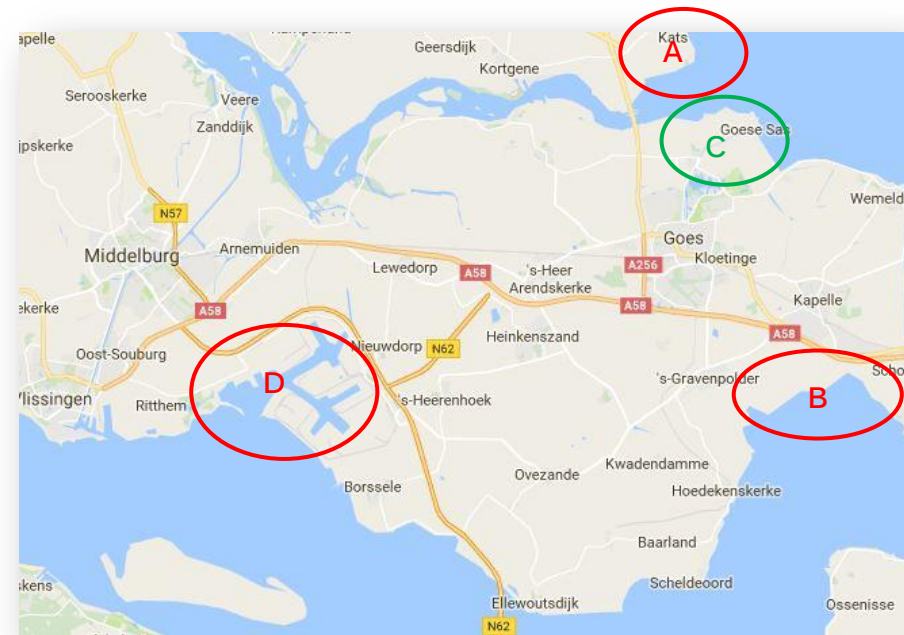
Figuur 1.1: Gemeente Goes met locatie woonwijk Goese Schans, (bron: Google Earth)

In het originele plan “Goese Schans” zijn er in opdracht van de gemeente Goes diverse vooronderzoeken uitgevoerd naar alternatieve locaties voor de aanwezige bedrijven op het industrieterrein. De bedrijven waarvoor de vooronderzoeken zijn uitgevoerd zitten momenteel nog steeds op het industrieterrein. Een groot deel van deze te verplaatsen bedrijven zijn watergebonden. Dit wil zeggen dat een groot deel van de bedrijfsvoering afhankelijk is van aan- en afvoer via het water. De te verplaatsen bedrijven bestaan onder meer uit twee zandhandels, een betonfabriek en enkele jachtwerven. De alternatieve locaties dienen op wens van de te verplaatsen bedrijven bij voorkeur in de omgeving van de stad Goes te liggen.

Uit de vooronderzoeken van advies- en ingenieursbureau Witteveen+Bos zijn vier locaties naar voren gekomen;

- A) Havenindustrieterrein Kats;
- B) Locaties aan het Kanaal door Zuid-Beveland;
- C) Het Goese Sas;
- D) Het Sloegebied in Vlissingen Oost.

In figuur 1.2. worden de locaties geografisch weergegeven.



Figuur 1.2: Mogelijke locaties voor de te verplaatsen bedrijven, (bron: Google Earth)

Uit het rapport van Witteveen+Bos blijkt dat de locatie C “Het Goese Sas” voor gemeente Goes en de te verplaatsen bedrijven de meest geschikte locatie is. Hierbij is de geringe afstand ten opzichte van de huidige locatie, en ook de afstand tot de huidige afzetmarkt maatgevend en voldoet locatie C hiermee aan de wens van de te verplaatsen bedrijven.

De locatie is te verdelen in een zuidelijke en een noordelijke variant. (zie figuur 1.3.)



Figuur 1.3: Locatie C. noord en zuid variant, (bron: Google Earth)

De ontsluiting van de zuidelijke variant kan langs de zuidzijde niet worden gerealiseerd in verband met de aanwezige woonwijken Goese Meer, Mannee en het dorp Kloetinge. Om een ontsluiting van de zuidelijke variant toch mogelijk te maken zal er een brug over het havenkanaal moeten worden gerealiseerd. Dit zorgt voor aanzienlijke meerkosten tegenover de noordelijke variant. Op basis van realisatiekosten en bereikbaarheid valt de zuidelijke variant af.

De noordelijke variant is geprojecteerd op landbouwkavels. De mogelijke toekomstige ontsluitingswegen van deze variant liggen in de nabijheid van de rondweg Wilhelminadorp en de doorgaande route N256. Het beoogde projectgebied ligt voldoende ver van het dorp Wilhelminadorp vandaan en sluit aan op het havenkanaal. Voor de noordelijke variant hoeft het Havenkanaal niet te worden gekruist. Hierdoor hoeft er geen brug te worden aangelegd en zullen de ontwikkelingskosten beduidend lager liggen. Voor dit afstudeeronderzoek wordt gesteld dat de noordelijke variant de meeste kansen biedt.

1.1 Projectlocatie

De locatie met de meeste mogelijkheden voor de verplaatsing is de noordelijke variant van het “Goese Sas”. (Zie figuur 1.1.1/1.1.2)

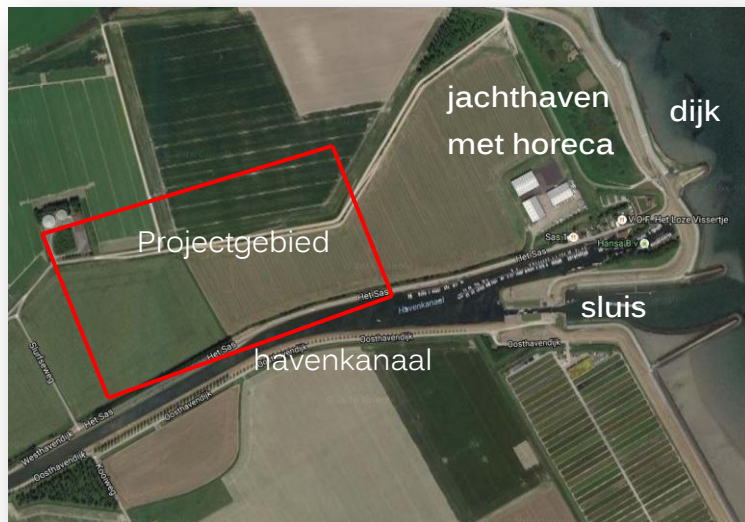
In deze rapportage zal de noordelijke variant worden aangeduid als haven Goese Sas.



Figuur 1.1.1 : Overzicht Goese Diep – Goese Sas, (bron: Google Earth)

“Ontwerp kadeconstructie haven Goese sas”

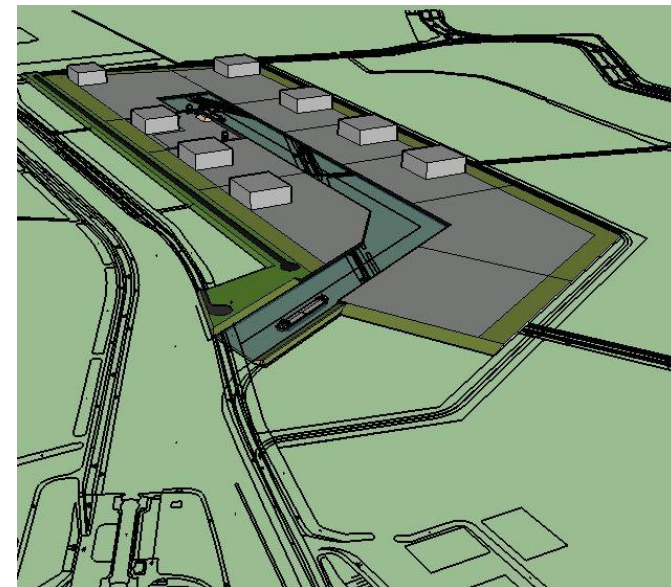
Het projectgebied voor de realisatie van de haven Goese Sas ligt langs het havenkanaal achter de aanwezige sluis. Het havenkanaal wordt via deze sluis verbonden met de Oosterschelde. De sluis vormt met de aansluitende dijk de primaire waterkering.



Figuur 1.1.2: Locatie Noordelijke variant haven Goese Sas, (bron: Google Earth)

De dijk langs het havenkanaal is een regionale waterkering en heeft een waterkerende functie. In het gebied bij de sluis bevindt zich een jachthaven. Bij de jachthaven zijn diverse horeca, watersportwinkels en winterstallingen voor boten aanwezig.

Over de dijk langs het havenkanaal loopt een verbindingsweg. Om de haven Goese Sas te kunnen realiseren zal de waterkering langs het havenkanaal moeten worden onderbroken. De weg die de huidige jachthaven verbindt met Wilhelminadorp wordt daarmee ook onderbroken. De bereikbaarheid van de jachthaven voor wegverkeer wordt hiermee aanzienlijk vermindert. De te realiseren haven moet toegankelijk worden gemaakt voor de schepen die de bedrijven bevoorraden. In het vooronderzoek van Witteveen en Bos is een mogelijke ligging van de haven aangegeven. Deze ligging is omgezet naar onderstaand ontwerp. (figuur 1.1.3)



Figuur 1.1.3: Ontwerp haven Goese Sas ontwerp opgesteld in Sketchup

1.2 Probleemstelling

Om de haven Goese Sas aan te kunnen leggen zal de huidige waterkering moeten worden onderbroken en aangepast. Vanuit het bestaande havenkanaal wordt er een toegangskanaal naar de nieuwe haven gegraven (figuur 1.2.1). Daarnaast zal er een kadeconstructie moeten worden ontworpen voor de toekomstige watergebonden bedrijven. Deze kadeconstructie moet constructief sterk genoeg zijn om laad- en loswerkzaamheden van de beroepsvaart te kunnen dragen. Ook moet de kadeconstructie een waterkerende functie vervullen. Voor de aan te leggen haven zijn verschillende kadeconstructies toepasbaar.

De toekomstige kadeconstructie zal aan de wensen en eisen van de stakeholders (belanghebbenden) moeten voldoen. De belangrijkste stakeholders zijn gemeente Goes, de te verplaatsen bedrijven, waterschap Scheldestromen, de huidige water gerelateerde bedrijven en de horeca aan het Goese Sas.

De opdrachtgever voor dit onderzoek is de gemeente Goes. Gemeente Goes hecht veel belang aan de economisch meest voordelige kadeconstructie. De kosten voor de realisatie zullen door de gemeente Goes moeten worden gedragen.

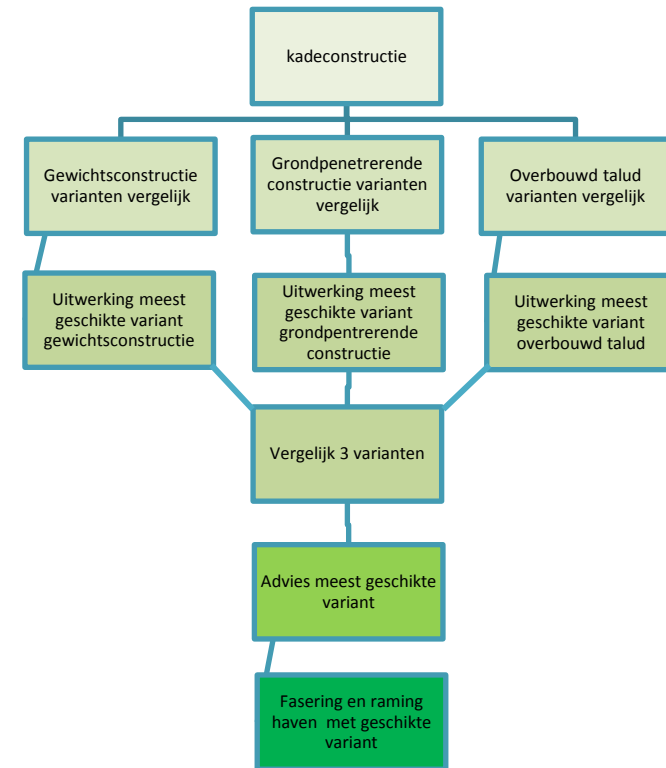


Figuur 1.2.1: Locatie nieuw toegangskanaal in huidige waterkering

1.3 Doelstelling

Doel is het opleveren van een adviesrapport waarin drie geschikte varianten van kadeconstructies worden ontworpen voor de nieuwe haven aan het Goese Sas. De drie varianten worden door middel van een multicriteria-analyse geselecteerd en dienen te voldoen aan de eisen van de stakeholders.

De drie kadeconstructies worden middels globale constructieberekeningen uitgewerkt tot een voorontwerp met een kostenraming. Aan de hand van de eerder genoemde voorwaarden zal er een advies worden gegeven welke kadevariant de economisch meest voordelige is. Van de geadviseerde kadevariant is een uitvoeringsfasering en raming gemaakt ten bate van de realisatie van de haven met toegangskanaal. De doelstelling is vertaald naar een stroomdiagram. (figuur 1.3.1)



Tabel 1.3.1: Stroomdiagram doelstelling onderzoek

1.4 Leeswijzer

Het adviesrapport is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

2. Inventarisatie stakeholders

De stakeholders (belanghebbenden) zijn van groot belang bij het ontwikkelen van de kadeconstructie. De diverse stakeholders hebben verschillende belangen en eisen. De invloed die de diverse stakeholders hierop kunnen uitoefenen is inzichtelijk gemaakt.

3. Programma van eisen

In dit onderdeel zijn de eisen voor de kadeconstructie omschreven en afgebakend.

4. Onderzoek kadeconstructies

Aan de hand van het programma van eisen en de kerende hoogte zijn drie toepasbare kadeconstructies geselecteerd. Van elke toepasbare kadeconstructie is middels een multicriteria-analyse de meest geschikte variant geselecteerd. Deze drie varianten worden in dit adviesrapport verder uitgewerkt.

5. Uitvoeringstechnieken

Het aanbrengen van elk type constructie brengt andere werkzaamheden met zich mee. De voor alle varianten geldende hoofdzaken zijn algemeen beschreven. De specifieke

uitvoeringszaken zijn per variant omschreven. De fasering is inzichtelijk gemaakt door middel van tekeningen.

6. Constructieberekeningen

De belastingen van toepassing op de kadeconstructie zijn vertaald naar een algemeen schema. Met behulp van dit schema is per variant een globale constructieberekening gemaakt. Met de constructieberekening zijn de onderdelen van de kadeconstructie gedimensioneerd.

7. Beheer en onderhoud

Het beheer en onderhoud en met name het functioneren van de constructie is van belang voor de stakeholders. Het verwachte onderhoud per constructie variant is omschreven en uitgewerkt.

8. Raming

De kosten voor het realiseren van de kadeconstructie zijn geraamd per strekkende meter kadeconstructie. In de raming zijn de uitvoeringskosten, materiaalkosten en kosten voor het beheer en onderhoud verwerkt.

9. Advies voorkeursvariant

Op basis van de uitkomsten van de verschillende onderzoeken en kosten wordt geadviseerd welke variant de economisch meest voordelige is.

10. Haven Goese Sas

Het realiseren van de haven met de gekozen voorkeursvariant wordt omschreven. Daarnaast wordt er een globale kostenraming gemaakt om inzicht te krijgen in de realisatiekosten voor de haven “Goese Sas”.

11. Conclusie en aanbevelingen

De conclusie van het onderzoek wordt omschreven. Daarnaast zijn er aanbevelingen voor een vervolg onderzoek vermeld.

2. Inventarisatie Stakeholders

Voor dat er kan worden gestart met de planvorming zijn alle stakeholders geraadpleegd. De nieuwe kadeconstructie zal moeten voldoen aan de eisen die voor de stakeholders van toepassing zijn.

2.1 Omschrijving stakeholders

Per stakeholder is er een korte omschrijving gemaakt. Bij de te verplaatsen bedrijven zijn enkel de watergebonden bedrijven meegenomen.

Opdrachtgever:

Gemeente Goes:

De gemeente heeft belang bij het verplaatsen van het huidige bedrijventerrein naar een nieuwe locatie. Voor de eventuele realisatie van haven Goese Sas zal de gemeente Goes als opdrachtgever fungeren. De financiering van de kade zal met middelen van de gemeente Goes moeten worden betaald. Over het beheer en onderhoud van de toekomstige haven en een gedeelte van de toe leidende wegen zullen er door de gemeente Goes en het waterschap Scheldestromen afspraken moeten worden gemaakt.

Beheerder:

Waterschap Scheldestromen:

Is eigenaar en beheerder van het kanaal Goese Sas en de toeleidende polderwegen. De dijk langs het kanaal Goese Sas fungeert als waterkering. Het waterschap geeft kaders waaraan zowel de waterkering als de nog aan te leggen aan- en afvoer wegen aan moeten voldoen. Om de eisen van het waterschap inzichtelijk te krijgen is er een overleg geweest met de beleidsmedewerker van het waterschap. De dijk langs het havenkanaal is een regionale waterkering. De taak van het waterschap is kaderstellend. Bij werkzaamheden op en aan de waterkeringen zal een watervergunning moeten worden aangevraagd bij het waterschap. De eisen die hierbij horen zijn vertaald in het document: “Vergunningen Beleid Waterkeringen”. In dit document staat omschreven welke eisen het waterschap stelt aan werken op en rond waterkeringen. Hoofdzaak is dat er door de initiatiefnemer moet worden aangetoond dat er door de aanleg van een project geen nadelige gevolgen voor de waterkering en omgeving ontstaan.

Grondeigenaar:

Koninklijke Maatschap de Wilhelminapolder:

Eigenaar van het beoogde projectgebied. In het vooronderzoek “Beslisdocument Onderzoek Natte Bedrijventerreinen” door Arcadis is omschreven dat eventuele verwerving van de gronden in het projectgebied bespreekbaar is.

Te verplaatsen bedrijven:

Haringman Beton:

Is een onderdeel van “De Hoop Terneuzen” Dit is een groot concern van bouwgerelateerde bedrijven. Fabriceert betonproducten en levert beton aan derden. Gebruiker van het huidige industrieterrein aan de Houtkade. Gebruiker met de grootste oppervlakte aan bedrijfsterrein. Bedient de regionale markt. Aanvoer grondstoffen via het kanaal Goese Sas. Kade vereist voor bedrijfsvoering. Afvoer van geproduceerde betonwaren via water en weg.

Zandhandel Faasse:

Is gesitueerd aan de Albert Joachimikade. Deze zandhandel bedient lokale markt. Aanvoer zand geschiedt via het water. De afvoer vindt plaat via het wegennet aan bedrijven en particulieren. Een kade is vereist voor bedrijfsvoering.

Zand- en grindhandel de Houtkaai:

Is gesitueerd aan de Houtkade. Handel in zand, grind en halfverhardingen. Gebruikt de kade ook voor op- overslag graan en eventueel stukgoed. Aan- afvoer via water en weg. Een kade is vereist voor bedrijfsvoering.



Figuur 2.1.1: Huidige locatie bedrijven, (bron: Google Earth)

Huidige jachthaven:

Hansa Watersport:

Bedrijf gevestigd aan het Goese Sas. Beheerder van de huidige jachthaven met driehonderd ligplaatsen. Daarnaast heeft het bedrijf een watersportwinkel, winterstalling en verzorgt het bemiddeling bij aan- en verkoop van boten. Aanleg van de nieuwe haven kan eventueel worden gecombineerd met uitbreiding van de jachthaven.

Horeca bedrijven:

Aan het Goese Sas zijn twee horecabedrijven gevestigd. Deze bedrijven zijn gericht op watersporters en toeristen. De bedrijven zijn seizoensafhankelijk.

Gebruikers Jachthaven:

In het toeristenseizoen liggen de driehonderd ligplaatsen vol met jachten. Hierdoor is er een aanzienlijk aantal gebruikers van de faciliteiten op en rond de jachthaven



Figuur 2.1.2: Huidige jachthaven met horeca, (bron: Google Earth)

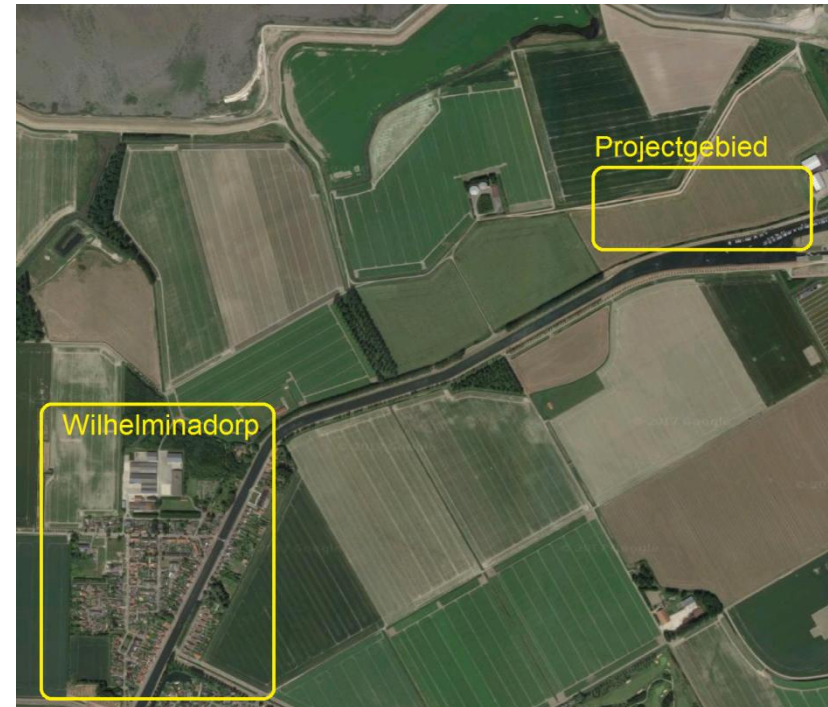
Bewoners:

Wilhelminadorp:

Het dorp Wilhelminadorp ligt op circa anderhalve kilometer afstand van het beoogde projectgebied. De huidige toegangswegen naar het Goese Sas komen uit in de kern van het dorp. Aanleg van de haven genereert extra verkeersstromen en geluidswaarden. Er zal in Wilhelminadorp overlast ontstaan door een toename van het verkeer. Uit het vooronderzoek van Witteveen en Bos blijkt dat de geluidsoverlast binnen de wettelijke toegestane norm blijft,

Aanwonenden toekomstige ontsluitingswegen:

Om de haven aan te kunnen leggen zullen er nieuwe ontsluitingswegen moeten worden aangelegd. Het nieuwe wegtracé kan overlast (geluid) veroorzaken voor aanwonenden.



Figuur 2.1.3: Projectgebied en Wilhelminadorp, (bron: Google Earth)

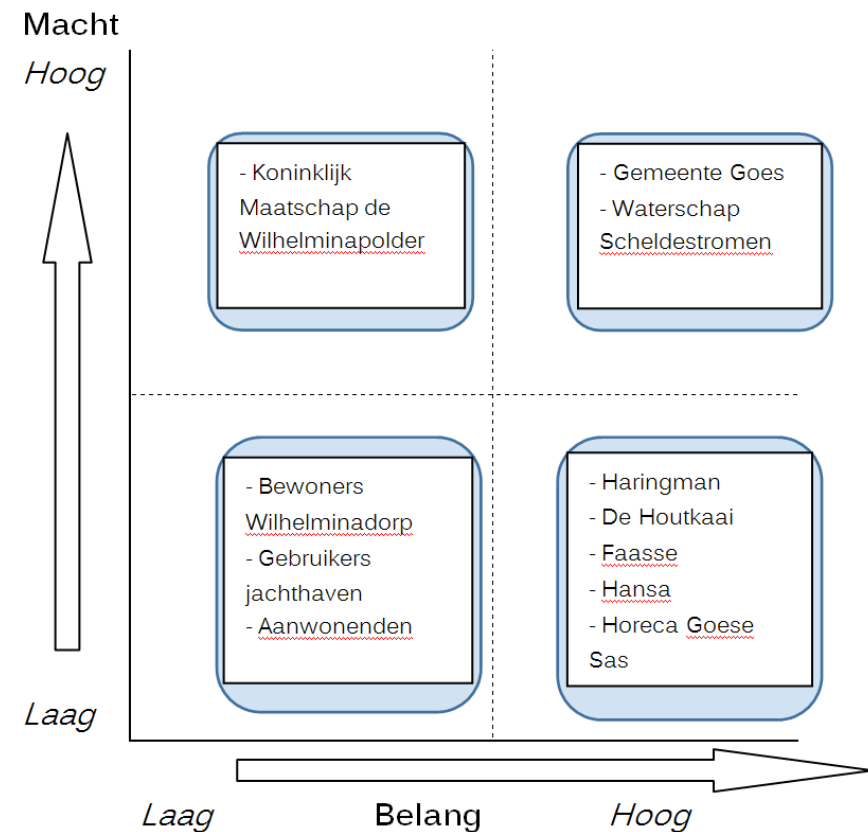
2.2 Macht belang diagram

In figuur 2.2.1 zijn de stakeholders en hun belang en invloed inzichtelijk gemaakt.

Stakeholder	belang	Invloed
Gemeente Goes	Opdrachtgever/ toekomstig beheerder/ beheer gedeelte toeleidende wegen	Besluitnemend
Waterschap Scheldestromen	Beheer waterweg Goese Sas en toeleidende wegen	Kaderstellend
Koninklijke Maatschap de Wilhelminapolder	Grondeigenaar beoogd projectgebied	Cruciaal
Haringman Beton	Toekomstig gebruiker	Eis stellend
Zandhandel Faasse	Toekomstig gebruiker	Eis stellend
Zand- en grindhandel De Houtkaai	Toekomstig gebruiker	Eis stellend
Hansa watersport	Huidig en toekomstig gebruiker	Eis stellend
Horeca Goese Sas	Bereikbaarheid en geen hinder	Beperkt, politiek gevoelig
Gebruikers huidige jachthaven	Bereikbaarheid en geen hinder	Beperkt, politiek gevoelig
Bewoners Wilhelminadorp	Geen hinder, voorkomen sluipverkeer	Beperkt, politiek gevoelig
Aanwonenden toekomstige ontsluitingswegen	Geen hinder	Beperkt, politiek gevoelig

Tabel 2.2.1: Overzicht stakeholders belang en invloed

Tabel 2.2.1. is vertaald naar onderstaand macht belang diagram figuur 2.2.2. In dit diagram is duidelijk het onderscheid te maken tussen het belang en de machtspositie van de stakeholders.



Figuur 2.2.2: Macht belang diagram

2.3 Gebruikers eisen bedrijven

De te verplaatsen bedrijven zijn in 2006 benaderd ten bate van het vooronderzoek “Beslisdocument natte bedrijventerreinen” in opdracht van Provincie Zeeland. In dit onderzoek zijn de locatie eisen van de bedrijven geïnventariseerd en verwerkt in tabel figuur 2.3.1. Eventuele uitbreiding van Hansa watersport is in dit vooronderzoek niet meegenomen.

<i>Bedrijf</i>	<i>Omvang huidig</i>	<i>Omvang gewenst</i>	<i>Kade</i>	<i>Kraan</i>	<i>Opslag naast water</i>
Haringman	4,2 ha	5 ha	100 meter	Mobiel/ kraanbaan	Op circa 7 meter bulk
Zandhandel Faasse	0,6 ha	0,8 ha	100 meter	Mobiel/ kraanbaan	Op circa 7 meter bulk
Zand- en grindhandel De Houtkaai	1,2 ha	1,5 ha	100 meter	Mobiel	Op circa 7 meter bulk en in trechter

Tabel 2.3.1.: Eisen bedrijven 2006, (bron Arcadis “Beslisdocument natte bedrijventerreinen”)

De reeds geïnventariseerde bedrijven en Hansa watersport zijn in het kader van dit onderzoek telefonisch benaderd en gevraagd of de bovenstaande gegevens nog steeds als actueel kunnen worden aangehouden (bijlage 2.1). De uitkomsten hiervan zijn in figuur 2.3.2. verwerkt en worden voor dit onderzoek als maatgevend aangehouden.

<i>Bedrijf</i>	<i>Omvang huidig</i>	<i>Omvang gewenst</i>	<i>Kade</i>	<i>Kraan</i>	<i>Opslag naast water</i>
Haringman	4,2 ha	8 ha	150 meter	Mobiel/ kraanbaan	Op circa 7 meter bulk
Zandhandel Faasse	0,6 ha	1,0 ha	200 meter	Mobiel	Op circa 7 meter bulk
Zand- en grindhandel De Houtkaai	1,2 ha	1,5 ha	100 meter	Mobiel	Op circa 7 meter bulk en in trechter
Hansa Watersport	300 ligplaatsen	> 325 ligplaatsen	steigers	nvt*	nvt*

Tabel 2.3.2: Eisen bedrijven 2017, (bron interview stakeholders bijlage 2.1)

* nvt = niet van toepassing.

2.4 Conclusie stakeholders

De wensen van de bedrijven zijn duidelijk af te kaderen. Het grootste belang is met name voortzetting van de huidige activiteiten op een zo gering mogelijke afstand van de huidige locatie. Daarnaast zijn de eisen aan een mogelijke nieuwe locatie per bedrijf duidelijk inzichtelijk. Van groot belang is het verwerven van de gronden bij de grondeigenaar Koninklijk Maatschap De Wilhelminapolder. Het belang voor de grondeigenaar ligt laag maar de macht ligt hoog. Immers als de grond niet kan worden aangekocht zal de haven Goese Sas niet kunnen worden gerealiseerd. Deze wetenschap kan ervoor zorgen dat de prijsstelling van het beoogde projectgebied niet gunstig uit zal vallen voor de gemeente Goes. De stakeholders die geen direct belang hebben bij de realisatie van de haven Goese Sas, zoals de bewoners van Wilhelminadorp, de direct aanwonenden en de huidige horeca bij het Goese Sas zijn in dit rapport niet geraadpleegd.

Wel is het van groot belang om bij realisatie van de haven Goese Sas deze stakeholders vooraf te betrekken. Dit om voldoende draagvlak voor de realisatie van de haven te creëren.

3. Programma van eisen

Voor het ontwerp van de kadeconstructie is een programma van eisen benodigd. De verschillende onderdelen worden beschreven.

3.1 Technisch programma van eisen

Huidige situatie projectlocatie:

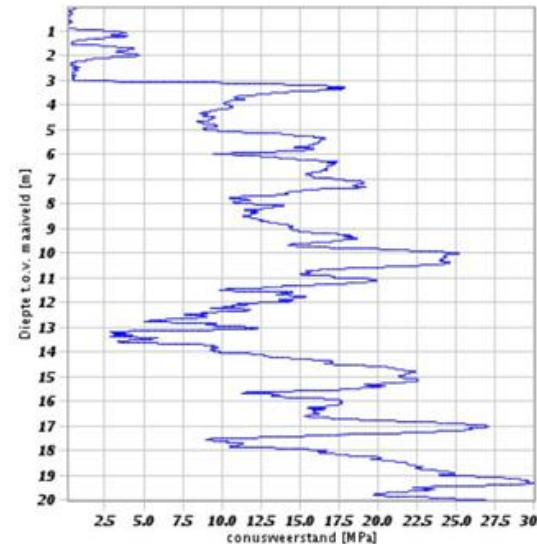
Het projectgebied bevindt tussen de wegen de “Slurfseweg” en “Het Sas” te Wilhelminadorp en het havenkanaal. (figuur 3.1.1) De aanwezig dijk (Het Sas) langs het Goes kanaal heeft een kruinhoogte van 3.10m + N.A.P. De dijk is onderdeel van een regionale waterkering. Deze kruinhoogte is maatgevend voor de te realiseren kadeconstructie. Het achtergelegen terrein is in gebruik als landbouwgrond en ligt gemiddeld op 1.50m + N.A.P.



Figuur 3.1.1: Locatie projectgebied, (bron Google Earth)

Geotechnische gegevens

In het dinoloket zijn voor de bepaling van de bodemopbouw twee grondboringen en een sondering gevonden in de naaste omgeving van het projectgebied. Deze gegevens geven een bodembeeld dat is opgebouwd uit een deklaag van klei, zand, klei en vanaf drie meter minus maaiveld een doorlopende zandlaag. De milieu hygiënische kwaliteit van de bovengrond is indicatief bepaald en voldoet aan de achtergrondwaarde. Er hoeven geen aanvullende maatregelen te worden genomen op het gebied van bodemkwaliteit. De geotechnische gegevens van toepassing op dit onderzoek zijn verwerkt in bijlage 3.1 en figuur 3.1.2 / tabel 3.1.3.



Figuur 3.1.2: Maatgevende sondering, (bron www.dinoloket.nl)

Onderdeel	Gegevens	
Huidige hoogteligging projectgebied	1.50 m + NAP	
Hoogte te realiseren kadeconstructie	3.10 m + NAP	
Grondwaterstand:	- 0,30 m NAP	
Bodemkwaliteit:	achtergrondwaarde	
Bodemopbouw:		<i>Maaiveld</i>
Klei,schoon,matig: $\gamma_{dr} = 17 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{sat} = 17 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 17^\circ$	1,50 m + NAP tot 0,50 m NAP	
Zand,schoon,vast: $\gamma_{dr} = 20 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{sat} = 22 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 35^\circ$	0,50 m + NAP tot - 0,50 m NAP	
Klei,schoon,matig: $\gamma_{dr} = 17 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{sat} = 17 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 17^\circ$	- 0,50 m NAP tot - 1,50 m NAP	
Zand,schoon,vast: $\gamma_{dr} = 20 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{sat} = 22 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 35^\circ$	- 1,50 m Nap tot - 38,50 m NAP	

Tabel 3.1.3: Schematisering geotechnische gegevens

γ_{dr} = soortelijk gewicht droog γ_{sat} = soortelijk gewicht nat

ϕ = hoek van inwendige wrijving

Ondergrondse infrastructuur

Langs de huidige weg langs het kanaal richting het Sas bevinden zich kabels en leidingen. Het eventueel omleggen en aanleggen van de aanwezige kabels en leidingen valt buiten dit onderzoek.

3.2 Nautische functie

Maximale afmetingen sluis Goese Sas:

De kolk lengte en de maatgevende breedte van de Goese Sas sluis zijn maatgevend voor de grootte van de schepen. De lengte van de kolk bedraagt 86,00 meter. De breedte bedraagt 10,00 meter.

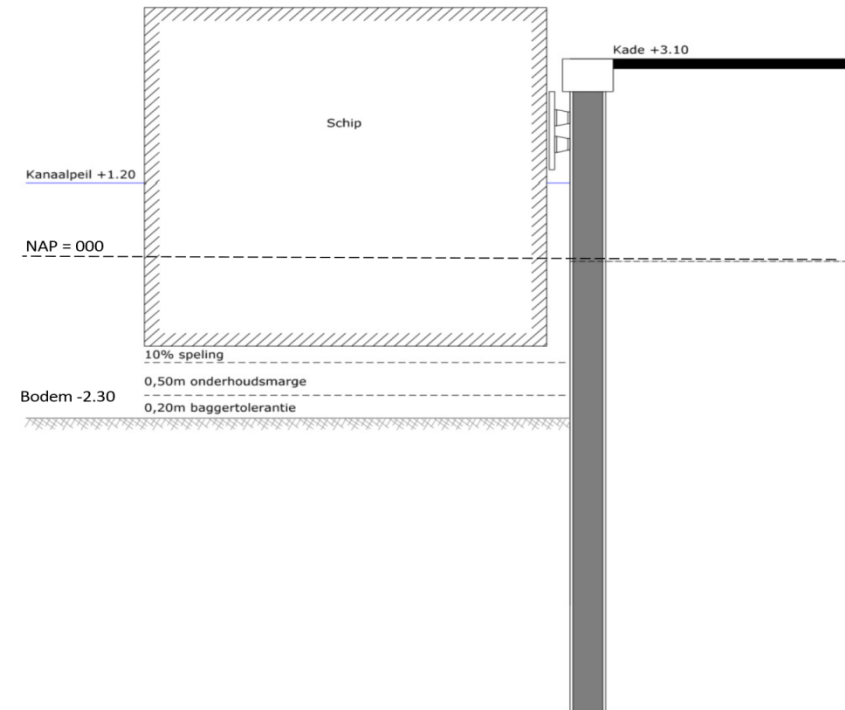
Maatgevende schip:

De vaarweg vanaf de Oosterschelde tot de Nieuwe haven te Goes is geschikt voor schepen tot en met de Cemt-klasse III. De maximale scheepsafmetingen zijn 75,00 x 8,20 x 2,70 meter. (l x b x d). Het maatgevende schip voor de Cemt-klasse is het Dortmund-Eems type met de afmetingen 85,00 x 8,20 x 2,70 meter.

Havendiepte

De diepte van de haven is bij voorkeur gelijk aan de diepte van de aansluitende vaarweg. Het ontwerpschip heeft een diepgang van 2,50 meter. Voor de benodigde vrije ruimte onder het schip moet gerekend worden met een speling van 10% van de diepgang (figuur 3.2.1). Bij een minimale waterdiepte van 5,00 meter moet een onderhoudsmarge van 0,50 meter gehanteerd worden. Hierbij komt nog een baggertolerantie van 0,20 meter. De totale havendiepte wordt; $2,50 + 0,25 + 0,50 + 0,20 = 3,45$ meter. De havendiepte is berekend vanaf de laagst

gelegen waterstand +1.20m NAP. De bodem wordt -2.30 m NAP.



Figuur 3.2.1: Dwarsdoorsnede voor bepalen diepte.

Kadehoogte

De nieuwe te ontwerpen kadeconstructie wordt onderdeel van de reguliere waterkering. Voor de waterkering geldt, conform de eisen van het Waterschap, een minimale kruinbreedte van 2,00 meter en een hoogte van +3.10 m NAP.

Waterstanden

De waterstand van het kanaalpeil Goes bedraagt + 1.30 meter tot +1.40m NAP. (normaal amsterdams peil). In het zomerseizoen worden er veel schepen geschut in de sluis. Hierdoor zakt het kanaalpeil naar +1.20m N.A.P. (= maatgevende waterstand)

3.3 Functionele Eisen

Een kademuur heeft een viertal hoofdfuncties.

Kerende functie:

De kademuur zal het water en grond veilig moeten keren.

Dragende functie:

De kademuur zal belastingen door schepen, kranen, voertuigen en het gewicht van opgeslagen goederen veilig moeten dragen.

Scheepvaartfunctie:

Aan de kademuur moeten schepen vlot en veilig kunnen aanmeren. De schepen moeten veilig gelost en geladen kunnen worden.

Beschermende functie:

Er moeten voorzieningen worden aangebracht, waarop de schepen veilig kunnen afmeren en wegvaren. De havenbodem

dient te worden beschermd tegen uitspoeling door schroefwater van aan- en afmerende schepen.

3.4 Eisen kadeconstructie Goese Sas

Kerende functie:

Afmetingen te keren hoogte.

- Bovenzijde kade: +3.10m NAP
- Kanaalpeil +1.20m NAP (laagstgelegen kanaalpeil)
- Bodem haven -2.30m NAP
- Indien een talud wordt toegepast: helling minimaal 1:2
- Kruinbreedte waterkering minimaal 2,00 meter.

Dragende functie:

- Volgens de stakeholdersanalyse bevindt de bulkopslag van materiaal zich op een afstand van minimaal 7 meter vanaf de kadeconstructie. Om het gewicht te bepalen van het bulkopslag is gerekend met een maximale breedte van 15 meter, een maximale hoogte van 5 meter en taluds van 1:1. Over een breedte van 15 meter ligt 50 m³ grind/zand. Soortelijk gewicht 18 kN/m³. Het gewicht is van de zandopslag is berekend op 59,4 kN/m².
- Kraanbaan met type kraan Sennebogen 860 rail. Totaalgewicht kraan 77 ton = 770 kN
- Mobiele overslagkraan Sennebogen 850. Totaalgewicht kraan 55 ton = 550 kN verdeeld over vier stempels

- Minimaal zwaar transport: vrachtwagens. Gerekend met 43 kN/m²

Beschermende functie:

- De kade moet voldoende afmeermogelijkheden bieden.
- De kade moet beschermd worden tegen aanvaring door schepen.
- De bodem en het talud van de haven dient te worden beschermd om uitspoeling tegen te gaan .

Gebruikerseisen voor de kade

- De kademuur dient te beschikken over afmeervoorzieningen die geschikt zijn voor type Cemt III klasse schepen.
- De kadelengte per perceel dient geschikt te zijn voor minimaal twee schepen klasse Cemt III.
- Naast de kade zal een kraanbaan worden aangelegd.

Beheer- en onderhoudseisen kade

- De levensduur van de kadeconstructie is 100 jaar.
- Voor niet vervangbare onderdelen geldt een levensduur van 100 jaar.
- Onderdelen met een korte levensduur dan 100 jaar moeten geïnspecteerd kunnen worden en vervangbaar zijn. De minimale levensduur van deze onderdelen wordt gesteld op 20 jaar

- De baggertolerantie dient 0,20 meter te zijn.

Omgevingseisen kade in gebruiker stadium

- De kade moet voorzien zijn van een haven-ontvangstinstallatie voor afvalstoffen.
- Afwatering van de dakvlakken geschiedt direct op het kanaal.
- Afwatering van de terreinen geschiedt via een filterconstructie op het kanaal.

Uitvoeringseisen kade

- De sluis Goes Sas en de naastgelegen jachthaven moeten tijdens de uitvoering bereikbaar blijven.
- De naastgelegen restaurants/winkel/loodsen/woningen moeten tijdens de uitvoering bereikbaar blijven.
- De waterhuishouding van het projectgebied dient tijdens de werkzaamheden gegarandeerd te blijven.
- Veroorzaakte trillingen mogen geen schade veroorzaken aan gebouwen/dijken.
- Geluidsoverlast vindt enkel plaats onder werktijden op werkdagen.

3.5 Aanvullende eisen

Naast het realiseren van de kadeconstructie zijn er vanuit de stakeholders ook voorkeuren aangegeven met betrekking op de eventuele nieuwe locatie.

Kade

De gewenste kadelenktes zijn meegenomen in het voorontwerp van de haven. (bijlage 3.5.1 A/B)



Figuur 3.5.1: Bovenaanzicht toekomstige haven “Goese Sas”

Laden/lossen

Het laden en lossen van de schepen wordt uitgevoerd met een mobiele kraan of een kraan die staat gemonteerd op een

kraanbaan. Beide typen kranen moeten voldoende bereik en capaciteit hebben. De kraanbaan wordt gefundeerd op een onderheide funderingsbalk. Hierdoor kan de kraanbaan onafhankelijk van het type kadeconstructie worden gerealiseerd. De stakeholders die gebruik gaan maken van de laad-loskraan hebben aangegeven een minimale afstand van zeven meter tussen de kadeconstructie en de bulkopslag nodig te hebben. Binnen deze zeven meter kan de mobiele kraan zich opstellen en kunnen vrachtauto's worden geladen.

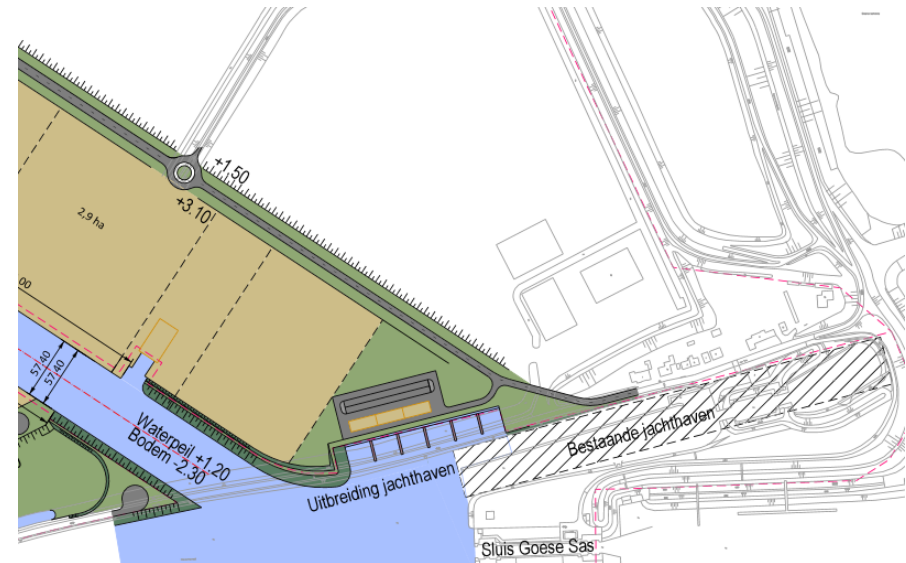
Bereikbaarheid

De nieuwe haven Goese Sas wordt middels nog aan te leggen toegangswegen ontsloten. De kern van Wilhelminadorp moet worden gevrijwaard van extra transportbewegingen. In bijlage 3.5.2 word een mogelijk tracé aangegeven. Met dit wegentracé kan er op de bestaande rondweg rondom Wilhelminadorp worden aangesloten. Ook is de verbindingroute richting snelweg en Schouwen Duiveland, de Deltaweg (N256), vlot te bereiken.

Door deze directe verbindingen kan de lokale en regionale markt vlot worden bediend.

Jachthaven

De jachthaven is inpasbaar in het huidige dijklichaam (bijlage 3.5.3 / figuur 3.5.2). De kadeconstructie wordt aangelegd op een hoogte van 3.10 meter + NAP. Het aansluitende terrein wordt op dezelfde hoogte aangelegd zodat hier bedrijfskavels worden gecreëerd. Hierdoor kan het huidige dijklichaam over de breedte van de bedrijfskavels worden verplaatst. Door de waterkering meer landinwaarts te plaatsen kunnen extra ligplaatsen worden aangelegd. Voordeel bij deze locatie is dat de ligplaatsen dicht bij de bestaande jachthaven en de aanwezige voorzieningen komen te liggen. Hierdoor wordt rekening gehouden met de wensen van de stakeholder Hansa Watersport. In het talud van het toegangskanaal richting de haven kan een scheepshelling worden gerealiseerd zodat de aanwezige botenstalling in bedrijf kan blijven op de huidige locatie. Aandachtspunt blijft het gebruik van het toegangskanaal richting haven door beroepsvaart en de kruisende pleziervaart. Op het gebied van veiligheid vereist dit extra aandacht.



Figuur 3.5.2: Locatie mogelijk uitbreiding jachthaven

4. Onderzoek kadeconstructies

In dit onderzoek is gekeken welke kadeconstructie typen het meest geschikt zijn voor toepassing in de nieuwe haven Goese Sas (figuur 4.1.1)

4.1 Toetsingscriteria

De drie meest toepasbare types zijn geselecteerd op basis van het programma van eisen, de geotechnische gegevens en de te keren hoogte. Daarnaast is bewust gekozen om naast de veel toegepaste grondpenetrerende constructies ook de minder vaak toegepaste constructies mee te nemen in dit onderzoek. De drie constructies die in dit onderzoek worden meegenomen zijn:

- gewichtsconstructies;
- grondpenetrerende constructies;
- overbouwd talud.

De uitwerking van de diverse varianten van de toepasbare types zijn verwerkt in bijlage 4.1. Per type wordt een multicriteria- analyse opgesteld waarin de varianten van de gekozen typen zijn uitgewerkt en worden vergeleken.



Figuur 4.1.1: Locatie kadeconstructie (rode streep)

De criteria waarop de varianten worden getoetst zijn;

- bouwtijd;
- uitvoering;
- toepasbaarheid;
- materiaalgebruik.

Er is gekozen voor deze criteria omdat deze criteria de hoofdzaak in het realisatieproces van de kadeconstructie omvatten. Per criteria is kort omschreven welke zaken per criteria worden getoetst.

Bouwtijd:

De tijd voor realisatie van de gehele kadeconstructie wordt “bouwtijd” genoemd. De duur van de bouwtijd is van belang voor de stakeholders. Hoe langer de bouwtijd duurt hoe langer de overlast voor de omgeving. Daarnaast zorgt een langere bouwtijd voor hogere bouwkosten. De minste bouwtijd wordt in de multicriteria-analyse beloond met de hoogste score. De langste bouwtijd geeft de laagste score.

Uitvoering

Elke variant van het gekozen kadeconstructie type zal op een andere manier moeten worden gerealiseerd. Dit heeft effect op de mate van uitvoering van de werkzaamheden. Een gecompliceerde manier van uitvoering zorgt ervoor dat bepaalde varianten minder aantrekkelijk worden. De meest eenvoudig uit te voeren variant wordt voorzien van de hoogste score. De meest gecompliceerde uitvoeringsvariant met de laagste score.

Toepasbaarheid

Met de toepasbaarheid van de constructie wordt bedoeld de mate waarin de constructie geschikt is om toe te worden gepast in het projectgebied. Hierbij rekening houdend met de geotechnische gegevens.

De toepasbaarheid op de projectlocatie van de verschillende varianten van het type kadeconstructie worden vergeleken. De meest geschikte variant wordt voorzien van de hoogste score. De minst geschikte van de laagste score.

Materiaalgebruik

Het gebruik van het bouw materiaal wordt getoetst aan levensduur, duurzaamheid en milieubelasting. De levensduur is van belang om de beheerskosten laag te houden. Het onderdeel duurzaamheid zegt iets over de mate waarin de materialen kunnen worden toegepast zonder dat ze invloed hebben op toekomstige generaties. De milieubelasting sluit hierbij aan. Bouwmaterialen die kunnen worden gemaakt uit bestaande reststromen en na gebruik kunnen worden gerecycled hebben vanuit maatschappelijk oogpunt de voorkeur. De variant die het meest aan deze punten voldoet zal de hoogste score behalen. De variant die het minst aansluit bij de genoemde punten zal de minste punten behalen.

4.2 Multicriteria-analyse

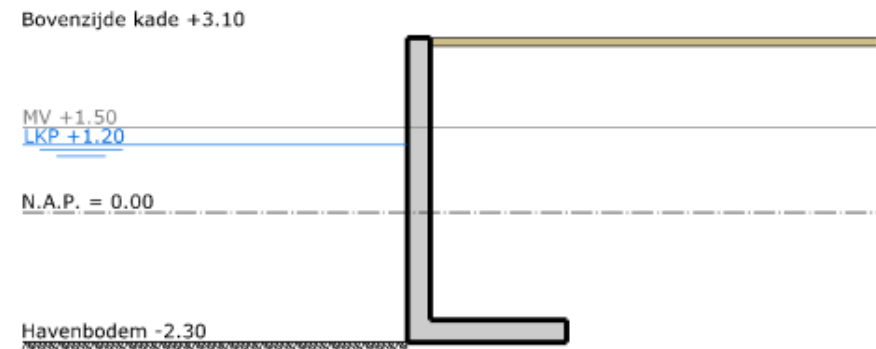
Aan de hand van de toetsingscriteria worden per type de verschillende varianten beoordeeld. De waardering van de scores is in onderstaande tabel weergegeven. Om inzichtelijk te krijgen hoe de scores per type zijn verdeeld is gekozen voor een multicriteria-analyse met een score-verdeling opgebouwd uit tekens. Elke variant wordt op dezelfde criteria beoordeeld en gewaardeerd. De in totaal hoogst scorende variant is de meest geschikte variant.

Verdeling	Waardering
Hoogste score	+++
Gemiddelde score	++
Laagste score	+

Tabel 4.2.1: Scorewaardering

Multicriteria-analyse gewichtsconstructie

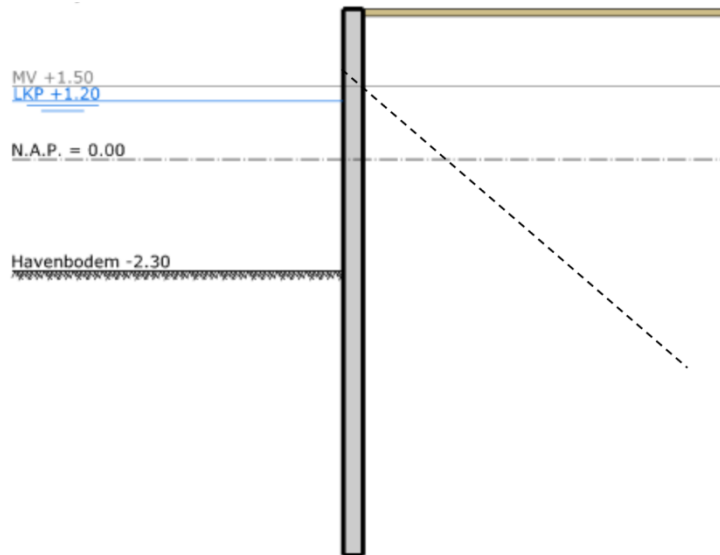
Type	Bouwtijd	Uitvoering	Toepasbaarheid	Materiaalgebruik	Score
Blokkenmuur	++	+	+	+	+++++
L-muur	+	++	++	+++	++++++ +
Caissonwand	+	+	+	+	++++
Cellenwand	++	+	+	+	+++++
Terre Arméewand	+	+	+	++	+++++



Figuur 4.2.1: Dwarsdoorsnede L-muur hoogst scorende variant gewichtsconstructie

Multicriteria-analyse grondpenetrerende constructie

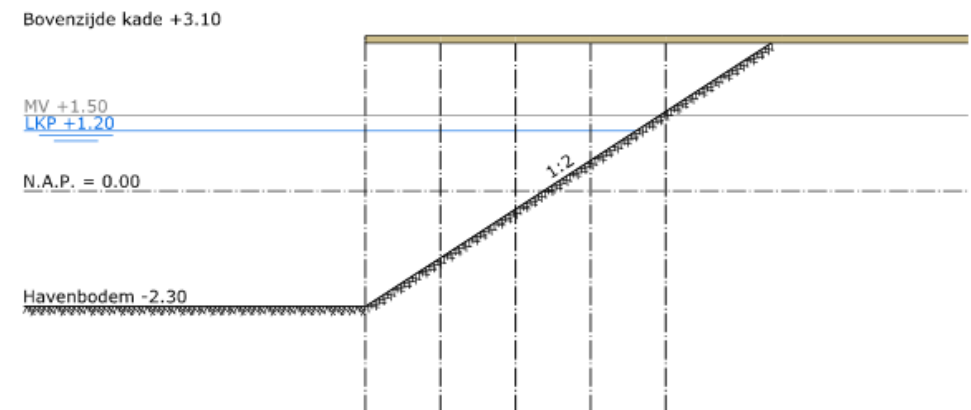
Type	Bouwtijd	Uitvoering	Toepasbaarheid	Materiaalgebruik	Score
Damwand	+++	++	++	++	++++++ +++
Combiwand	+	++	++	++	+++++
Diepwand	+	+	+	+	++++
Kistdam	+	+	+	+	++++



Figuur 4.2.2: Dwarsdoorsnede damwand hoogst scorende variant grondpenetrerende constructie

Multicriteria-analyse overbouwd talud

Type	Bouwtijd	Uitvoering	Toepasbaarheid	Materiaalgebruik	Score
Overbouwd talud	++	++	++	++	++++++ ++
Overbouwd talud met grondkering	+	+	++	+	+++++
Overbouwd talud met voorhangschort	+	+	++	+	+++++



Figuur 4.2.3: Dwarsdoorsnede overbouwd talud hoogst scorende variant

4.3 Conclusie variantenstudie

Met behulp van multicriteria-analyse zijn de drie hoogst scorende varianten van de drie typen kadeconstructie aangetoond. De drie varianten die worden uitgewerkt zijn;

- L-muur;
- damwandconstructie;
- overbouwd talud.

Voor elke variant worden vier onderdelen beschreven en verder uitgewerkt. De vier onderdelen zijn:

- uitvoeringstechniek;
- constructieberekening;
- voorontwerp;
- raming.

Uitvoeringstechniek

In het onderdeel uitvoeringstechniek wordt omschreven hoe de kadeconstructie variant kan worden aangelegd. Naast hoofdpunten die voor de diverse varianten gelden is per variant specifiek aangegeven wat de uitvoeringshandelingen zijn. Middels faseringstekeningen is het uitvoeringsproces inzichtelijk gemaakt.

Constructieberekening

Elke kadevariant wordt in hoofdlijnen getoetst en berekend. De uitkomsten worden gebruikt voor het dimensioneren van de onderdelen.

Voorontwerp

Het voorontwerp wordt gemaakt aan de hand van de uitkomsten van de constructie berekening. Het voorontwerp bevat dwarsprofiel en diverse detaillering.

Raming

De kosten per variant worden berekend per strekkende meter kadeconstructie. In de raming wordt gerekend met realisatie-, en beheerskosten.

5. Uitvoeringstechnieken

De manier waarop de kadeconstructie wordt gerealiseerd scheelt per variant en kan zowel voor- als nadelen met zich meebrengen. De wijze waarop de realisatie wordt uitgevoerd wordt omschreven.

5.1 Uitvoeringstechniek hoofdzaken

De uitvoeringstechniek is per gekozen type variant verschillend. Diverse algemene uitvoeringszaken gelden echter voor alle varianten. Het gaat dan om:

- inrichting bouwterrein;
- omgevingsmanagement;
- kwaliteitsborging.

Inrichting bouwterrein

De inrichting van het bouwterrein moet zodanig worden gekozen dat deze geschikt is voor het aanvoeren van de diverse materialen en materieel. Hoofdzaak is dat materieel en materiaal veilig op de plaats van verwerking komen. Met dit doel is gekeken naar de meest optimale route voor het bouwverkeer. Voor aanvang van de werkzaamheden aan de kadeconstructie verdient het de voorkeur om de ontsluitingswegen voor de toekomstige haven aan te leggen. Door gebruik te maken van de ontsluitingswegen (bijlage 3.5.2)

wordt voorkomen dat bouwverkeer via de kern Wilhelminadorp en de omliggende wijken de bouwplaats probeert te bereiken.

Voor alle varianten geldt dat de grondwaterstand niet de maatgevende waterstand in de gebruikstoestand van de haven is. Het waterpeil in de haven zal gelijk worden gesteld aan het waterpeil in het Havenkanaal. Het waterpeil in de haven zal minimaal 1.20m+ NAP bedragen.

Omgevingsmanagement

De projectlocatie bevindt zich in de directe nabijheid van horeca, de jachthaven en in mindere mate bij de kern Wilhelminadorp. Voor aanvang en tijdens de uitvoering van het project zal er actief moeten worden gecommuniceerd met de belanghebbenden in het projectgebied. Daarnaast heeft het gebied langs het kanaal een recreatieve functie waarbij in het toeristenseizoen een aanzienlijke vergroting van de gebruikers van het gebied optreedt. Door het opstellen van een omgevingsplan kan er naar de betrokken stakeholders duidelijk worden gemaakt wat de impact van de werkzaamheden op de omgeving zal zijn. Dit in combinatie met een duidelijke communicatie strategie zorgt ervoor dat er bewust omgevingsmanagement wordt uitgevoerd.

Kwaliteitsborging

De kwaliteit van de te realiseren kadeconstructies moet worden gewaarborgd. Dit wordt meegenomen als contracteis in het aanbestedingsdocument. De keuze van aanbestedingsvorm is bepalend voor het verdelen van de risico's tussen opdrachtnemer en opdrachtgever. De doorlooptijd voor het realiseren van de verschillende constructies heeft effect op de omgeving. Een vlotte realisatietijd zorgt voor meer draagvlak in de omgeving.

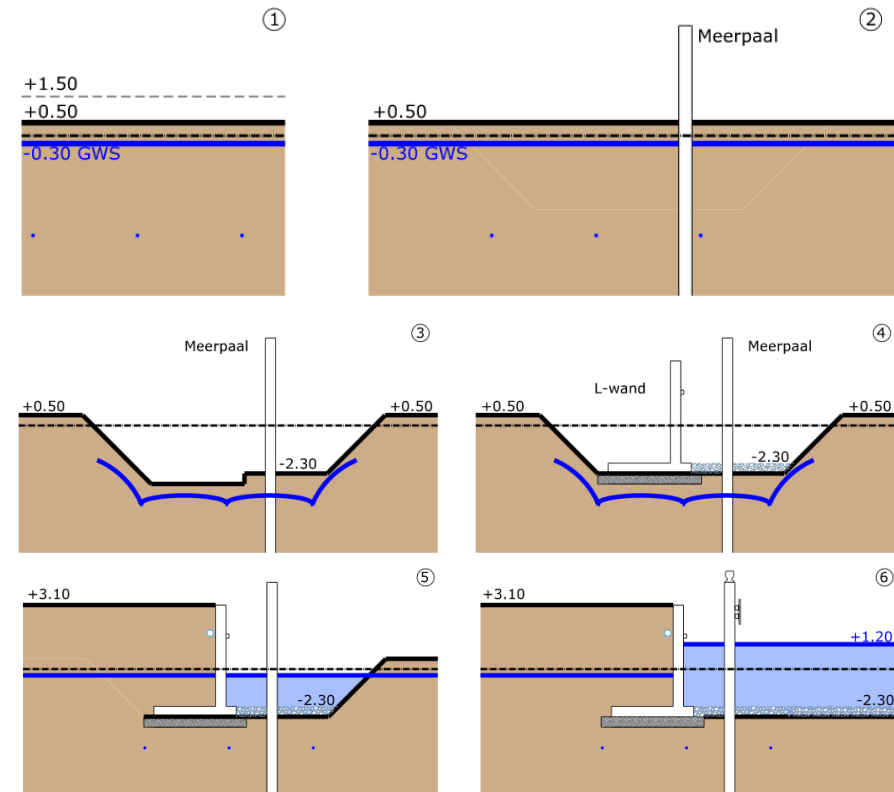
5.2 Uitvoering per variant

Naast de algemene uitvoeringszaken gelden er per uitvoeringsvariant ook specifieke uitvoeringszaken zoals het toepassen van bronnering en bouwmethode.

Per kadevariant is een beknopte omschrijving van de uitvoering en fasering omschreven. Een uitgebreide omschrijving van het uitvoeringsproces is verwerkt in bijlage 5.1.

L-muur

De L-muur is opgebouwd uit prefab betonelementen. De elementen zijn op gefundeerd op een gewapende betonnen werkvloer. Deze werkvloer is op staal gefundeerd op de onderliggende zandlaag. Aandachtspunt is het verlagen van de grondwaterstand door middel van bronnering. Voor het plaatsen van de L-muur moet er een aanzienlijke hoeveelheid grond in open ontgraving worden afgegraven. Voor het aan- en afmeren zijn er meerpalen voorzien met fenders en bolders. Naast de functie voor het aan- en afmeren zorgen de meerpalen er ook voor dat de kans dat schepen een rechtstreekse aanvaring met de L-muur krijgen wordt geminimaliseerd. Door het toepassen van de meerpalen worden de optredende afmeer- en troskrachten opgevangen door de meerpaal. De L-muur is in mindere mate geschikt om deze krachten rechtstreeks op te vangen. De elementen worden voorzien van een wrijfgording die aan de havenzijde van de elementen wordt bevestigd. Naast functie als wrijfgording voor kleine schepen (< 20 meter) zorgt de wrijfgording voor koppeling tussen de onderlinge elementen. De uitvoeringsfasering is weergegeven in figuur 5.1.1.



Figuur 5.1.1: Fasering L-muur

Damwandconstructie

De constructie is opgebouwd uit stalen damwandplanken. Het damwand is verankerd door middel van groutankers. Op het damwand is een betonnen deksloof aangebracht voorzien van bolders en een stalen afdekrand aan de havenzijde. De fenders zijn aan het damwand bevestigd. De stijfheid van de stalen damwandconstructie is geschikt voor het opvangen van de afmeerenergie en bolderkrachten. Het toepassen van stalen meerpalen is bij deze variant niet benodigd. De damwand is vanaf het maaiveld aan te brengen zonder grootschalig grondverzet.

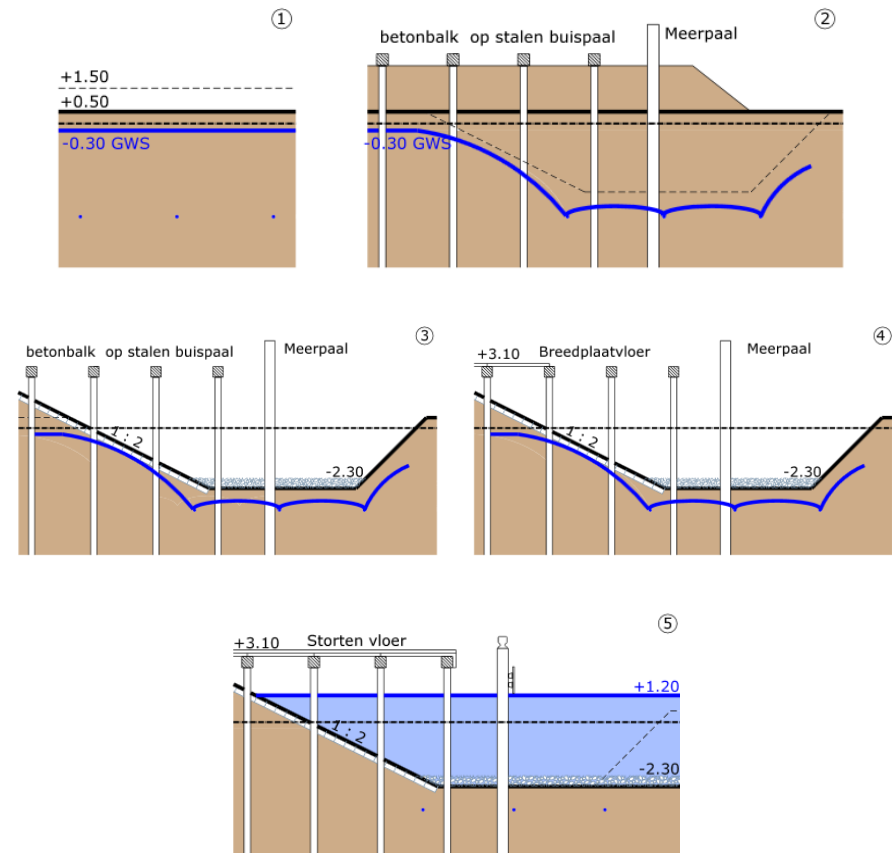
De uitvoeringsfasering is weergegeven in figuur 5.1.2.



Figuur 5.1.2: Fasering damwand

Overbouwd talud

Het overbouwd talud is opgebouwd uit stalen buispalen met een betonnen vloerdek. De buispalen zijn in het oevertalud aangebracht. Het talud wordt bekleed met betonnen zuilen ten bate van de oeverbescherming. Op de stalen buispalen zijn horizontale liggers aangebracht waarop breedplaatvloeren worden geplaatst die zowel functioneren als bekisting als constructieve vloer. Op de breedplaatvloer wordt de resterende wapening van de vloer aangebracht. Aansluitend wordt het beton gestort. Voor het aan- en afmeren van de schepen zijn meerpalen met fenders en bolders aangebracht. Hiermee worden de afmeer- en troskrachten opgevangen. De constructie van het overbouwd talud hoeft hierdoor geen horizontale krachten op te vangen. Voor de realisatie van de oeverconstructie is het verlagen van de grondwaterstand een vereiste. Het toepassen van bronnering is een vereiste. Het talud wordt in open ontgraving gerealiseerd. De uitvoeringsfasering is weergegeven in figuur 5.1.3.



Figuur 5.1.3: Fasering overbouwd talud

Per kade variant worden verschillende handelingen uitgevoerd. In tabel 5.1.4 zijn deze handelingen in hoofdlijnen inzichtelijk gemaakt.

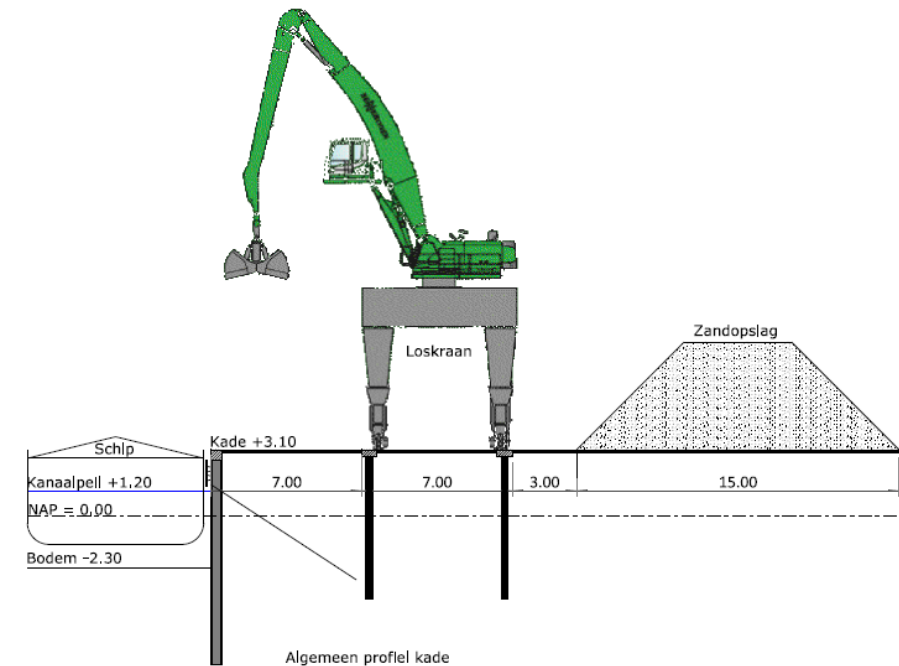
Onderdeel	L- muur	Damwand	Overbouwd talud
Bronnering	ja	nee	ja
Grondverzet ten bate van realisatie constructie	ja	nee	ja
Prefab constructie delen inhijzen	ja	nee	nee
Intrillen / heiwerk	ja	ja	ja
Oeverwerkzaamheden ten bate van kadeconstructie	nee	nee	ja
Aanbrengen hulpconstructie ten bate van realisatie (ondersteuning bekisting)	nee	nee	ja
Betonstort op locatie	nee	ja	ja
Aanbrengen verankering	nee	ja	nee
Aanbrengen drainage definitieve situatie	ja	ja	nee

Tabel 5.1.4 Overzicht werkzaamheden en varianten

5.3 Kraanbaan

Bij elke variant moet het mogelijk zijn om een kraanbaan toe te passen (figuur 5.1.5). Het gebruik van een kraanbaan of mobiele kraanbaan hangt af van de stakeholder. In het ontwerp van de kraanbaan is rekening gehouden dat de realisatie van de

kraanbaan onafhankelijk van de kadeconstructie kan worden uitgevoerd. De kraanbaan constructie is een op zichzelf staande constructie. De kraanbaan is opgebouwd uit een betonnen funderingsbalk voorzien van een railstaaf. De funderingsbalk kan op staal of onderheid worden uitgevoerd. Beide opties zijn mogelijk. Omdat de kraanbaan van groot belang kan zijn voor de stakeholders is de constructieberekening en het ontwerp van de kraanbaan in deze rapportage opgenomen.



Figuur 5.1.5: Zijaanzicht kraanbaan

5.4 Conclusie uitvoeringstechnieken

Alle drie kade varianten zijn uitvoerbaar. Echter, er zal voor de realisatie van de L-muur en overbouwd talud gebruik moeten worden gemaakt van bronnering. Daarnaast zal er een ontgraving plaats moeten vinden om beide varianten aan te kunnen leggen. De damwandconstructie kan worden aangelegd zonder bronnering of ontgraving. De keerwanden worden als prefab delen aangevoerd en met behulp van een hijskraan op de goede locatie aangebracht. Bij het overbouwd talud, het damwand en de meerpalen van de L-muur zal er gebruik gemaakt worden van een trilblok om de buispalen en damwandplanken in de grond te trillen. Dit kan overlast voor de omgeving veroorzaken. Het damwand wordt voorzien van een in het werk gestorte deksloof. Het overbouwd talud wordt gerealiseerd door het storten van horizontale liggers en daarop een betonvloer. Voor wat betreft de te verrichten arbeid kan worden gesteld dat het aanbrengen van de damwandconstructie de minst arbeidsintensieve variant is.

Op basis van de omschreven uitvoeringstechnieken kan worden gesteld dat de damwandconstructie de meest geschikte constructie is. Deze constructie kan worden aangebracht zonder grootschalig grondverzet en bronnering. Het aanbrengen van de deksloof is in verhouding met het aanbrengen van de betonconstructie voor het overbouwd talud weinig arbeidsintensief. De realisatietijd voor de

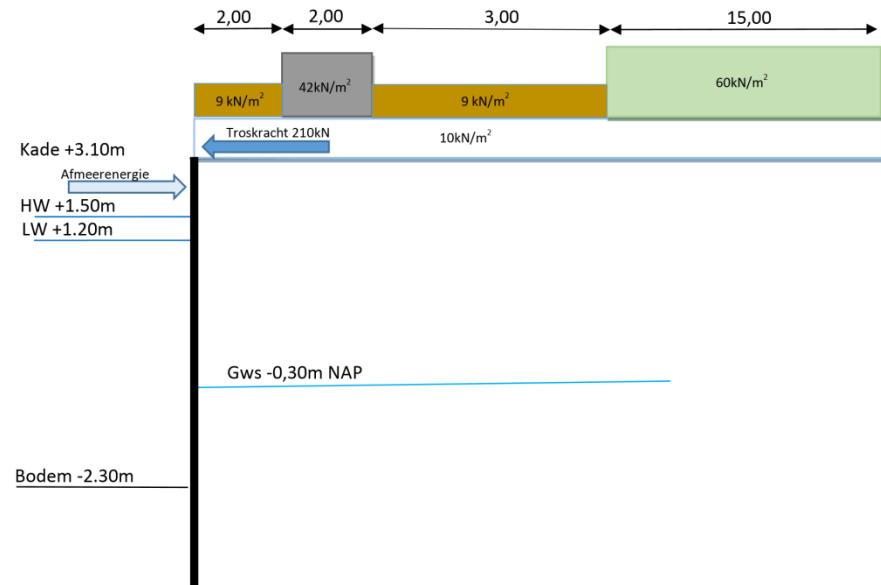
damwandconstructie is de kortste van alle drie de varianten doordat er vrijwel direct kan worden gestart met het aanbrengen van de constructie zonder aanvullende werkzaamheden.

6. Constructieberekeningen

Van elke kadeconstructie variant is een constructieberekening opgesteld.. Uitgangspunt is het globaal berekenen van de benodigde constructie. Met deze globale berekeningen kunnen de vereiste omvang van de materialen voor de constructie worden bepaald. Afhankelijk van de stakeholder kan een kraanbaan worden aangelegd. Voor de kraanbaan is een constructieberekening gemaakt (bijlage 6.5).

6.1 Uitgangspunten berekening

Voor de berekeningen is uitgegaan van de volgende punten. Bij de L- muur en de damwandconstructie wordt met veiligheidsklasse RC3/CC3 gerekend omdat de constructie onderdeel is van de waterkering. Het overbouwd talud staat in de waterkering maar heeft geen waterkerende functie. Om deze reden is er hier gekozen voor de veiligheidsklasse RC2/CC2. De optredende veranderlijke belastingen worden veroorzaakt door vrachtverkeer en de loskraan. De permanente belasting wordt veroorzaakt door de terreinverharding en de bulkopslag van de geloste materialen. Daarnaast zorgen de schepen voor afmeerenergie en troskrachten door het afmeren. De optredende belastingen op de kadeconstructie zijn vertaald naar een algemeen belastingschema (bijlage 6.1, figuur 6.1.1, tabel 6.1.2).



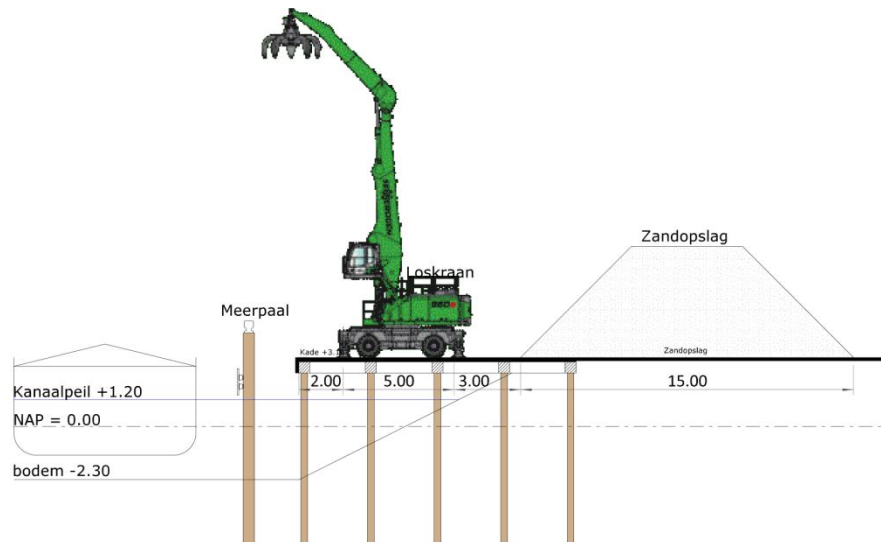
Figuur 6.1.1: Algemeen belastingschema

Belastingen	Permanent	Veranderlijk
Terreinverharding	10kN/m2	
Bulk (zandopslag)	60kN/m2	
Verkeersbelasting		42kN/m2
Gelijkmatig verdeelde last		9,00kN/m2
Troskracht*		210kN
Afmeerenergie*		60kNm
Ankerkracht	82,5kN	

*waarden gelden voor maatgevend schip klasse CEMT klasse III

Tabel 6.1.2: Overzicht maatgevende belastingen

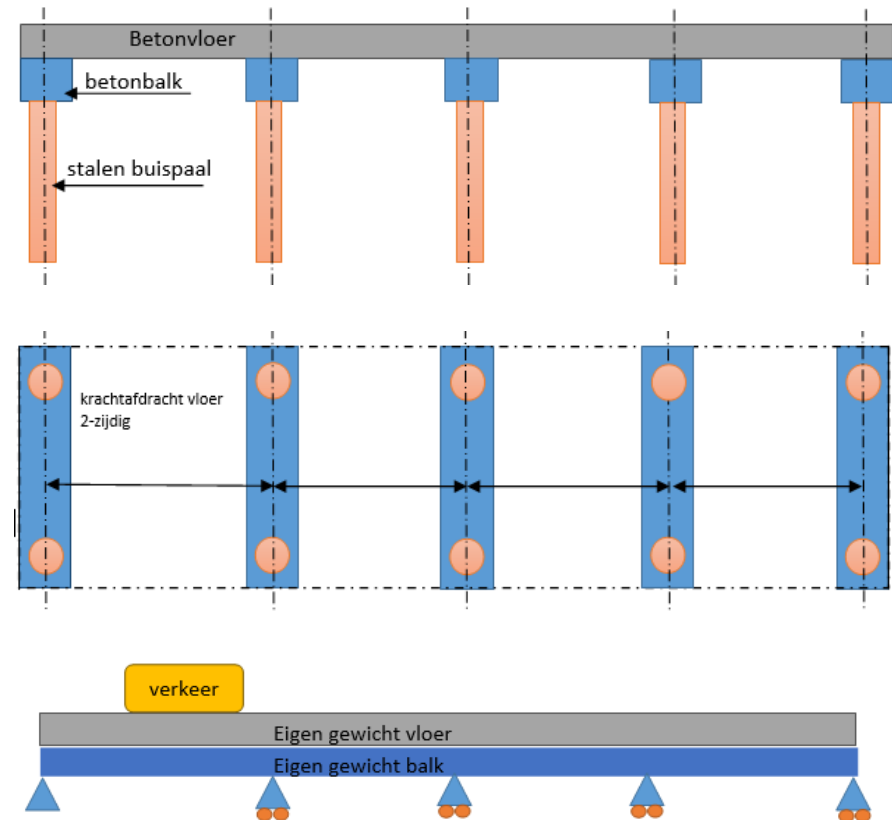
6.2 Overbouwd talud



Figuur 6.2.1: Dwarsdoorsnede overbouwd talud met mobiele loskraan

Het overbouwd talud (figuur 6.2.1) is opgebouwd uit stalen buispalen voorzien van betonnen liggers met daarop een gewapende betonnen vloer. Voor het dimensioneren van de onderdelen wordt gebruik gemaakt van de vuistregels voor het dimensioneren van de betonconstructies. (zie bijlage 6.2.) Bij het bepalen van de lengte van de buispalen is uitgegaan van de maatgevende sondering (bijlage 3.1). Met behulp van de methode Koppejan is de vereiste inheidiepte bepaald. Deze inheidiepte is eveneens van toepassing voor de kraanbaan (bijlage 6.5). Daarna is het puntdraagvermogen bepaald.

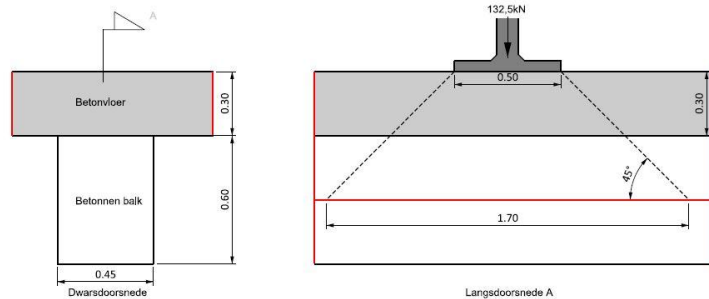
Gekozen wordt voor buispalen met een diameter van 330 mm. De buispalen worden in een raster van drie meter bij drie meter geplaatst (figuur 6.2.2).



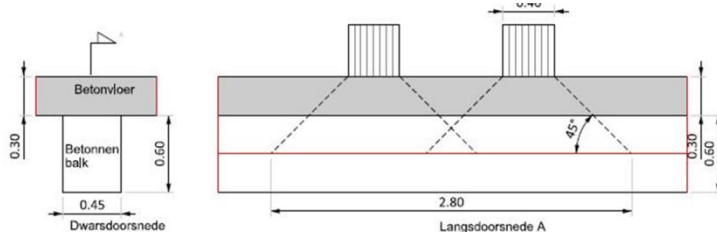
Figuur 6.2.2: Schematisering overbouwd talud

Voor het overbouwd talud worden buispalen geplaatst die worden gebruikt als meerpaal ten bate van het afmeren van de

schepen. De betonnen liggers en vloer zijn globaal gedimensioneerd. Hiervoor is de maatgevende veranderlijke belasting bepaald. De loskraan zorgt voor de grootste veranderlijke belasting (figuur 6.2.3 / 6.2.4)



Figuur 6.2.3: Spreiding belasting stempelpoot op betondek



Figuur 6.2.4: Spreiding belasting tandemstel vrachtwagen

Met behulp van Matrix Frame is deze belasting op verschillende locaties op de betonvloer geplaatst en doorgerekend. De hoogste waarden voor oplegreactie, dwarskracht en moment zijn aangehouden om de vereiste wapening te bepalen. De betonnen liggers en vloer zijn na het globale dimensioneren uitgewerkt tot en met de benodigde wapening (bijlage 6.2).

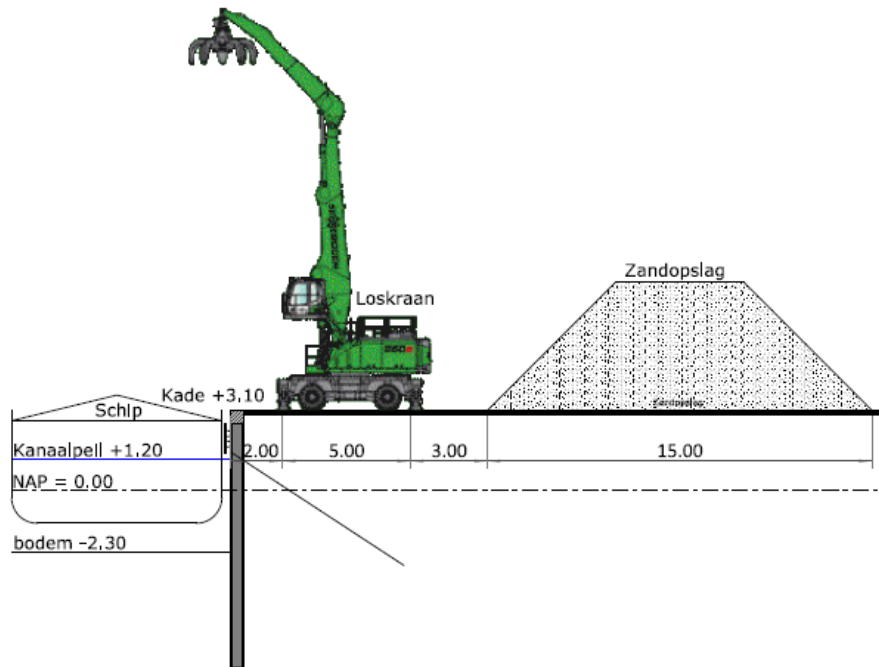
De uitkomsten zijn weergegeven in tabel 6.2.5.

Overbouwd talud	Uitkomst rekenwaarde
Lengte buispalen overbouwd talud	6,60 meter grondlengte. Onder aan het talud wordt de paallengte $5,40 + 6,60 = 12,0$ meter raster hart op hart 3 meter
Betonvloer	dikte 0,30 meter waarvan 0,10 meter uitgevoerd als breedplaatvloer hoofdwapening $\varnothing 16$ mm verdeelwapening $\varnothing 8$ mm
Betonligger	hoogte x breedte = 0,60 meter x 0,45 meter hoofdwapening $\varnothing 16$ mm beugels $\varnothing 12$ mm

Tabel 6.2.5: Overzicht berekening overbouwd talud

Het overbouwd talud is constructief berekend en is geschikt voor de te verwachten belastingen.

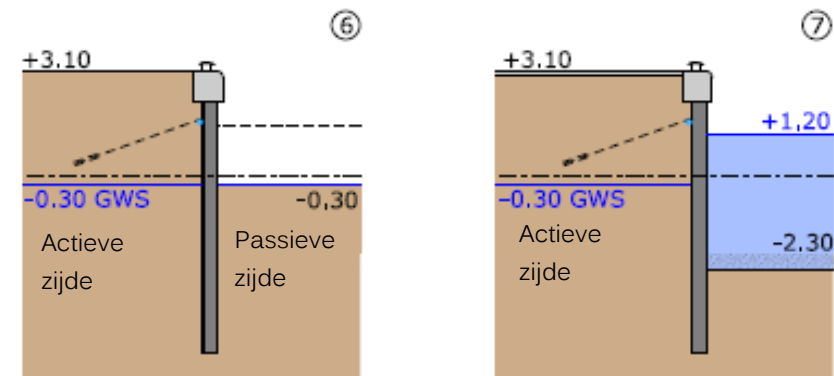
6.3 Damwandberekening



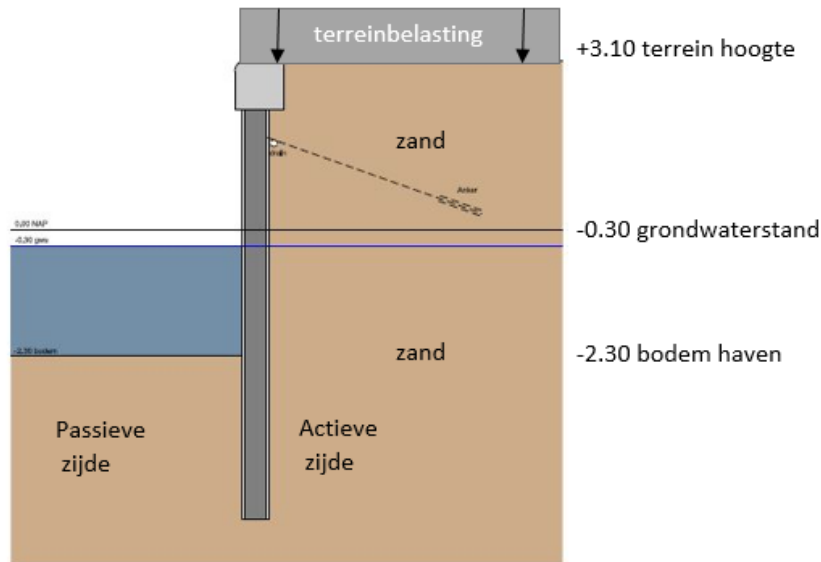
Figuur 6.3.1: Dwarsdoorsnede damwandconstructie met mobiele loskraan

De damwandberekening is handmatig uitgevoerd met behulp van de methode van Blum (bijlage 6.3). In deze handmatige berekening zijn de veranderlijke verticale belastingen niet meegenomen. Er is voor de handberekening uitgegaan van een volledig zandpakket dit omdat het een globale berekening betreft met als doel de globale afmetingen van de constructie te bepalen. De uitvoeringsfasering is van belang voor de

berekening. (bijlage 5.1.3) De maatgevende fase bevindt zich tussen de fase 6 en 7. De passieve zijde in fase 6 wordt in den natte verder ontgraven tot een diepte van -2,30 meter NAP. De waterstand wordt tijdens de ontgraving op minimaal -0,30 m NAP gehouden. De actieve zijde blijft de gronddruk en de terreinbelasting houden. De maatgevende fase is de fase van nat ontgraven. (figuur 6.3.2 / 6.3.3)



Figuur 6.3.2: Fase 6 en 7 uitvoering



Figuur 6.3.3: Schematisering maatgevende fase

Met de methode van Blum worden de verticale en horizontale grondspanningen bepaald. Aansluitend is de resulterende grondspanning berekend. Door de som van de momenten om het ankerpunt te bepalen kan de inheidiepte worden berekend. De resulterende gronddruk wordt ingedeeld in kleinere oppervlaktes F1 tot en met F6. Door een tekening te maken van de gronddrukken is het belastingsnulpunt bepaald. Is het belastingsnulpunt bekend dan kan de inheidiepte van de damwand middels een formule worden berekend.

Het resultaat uit de formule van Blum is een damwandconstructie met een lengte van 8,30 meter. Op basis

van proeven en experimenten is gesteld dat de berekende inheidiepte met een factor 1,2 moet worden vermenigvuldigd. Met behulp van het maximaal moment is het damwandtype bepaald. Vervolgens is de vereiste verankering berekend. De betonnen deksloof, de invloed van troskrachten op de bolders en de verkeersbelasting is in deze globale berekening niet meegenomen.

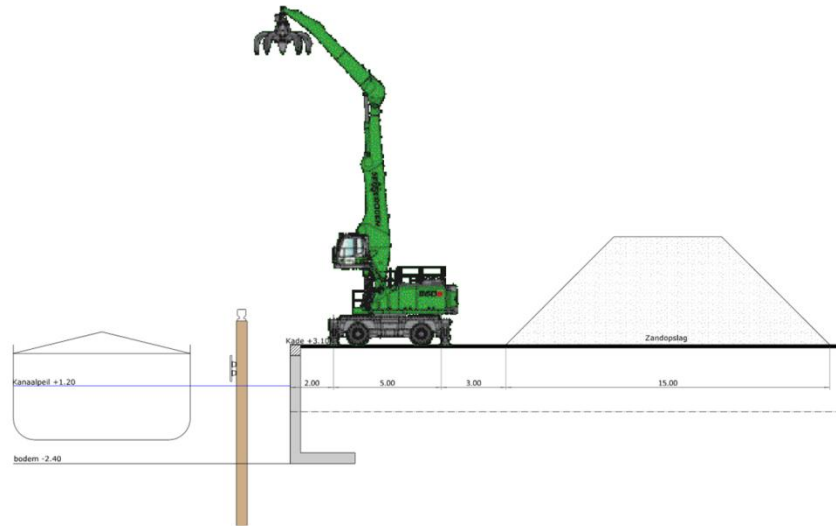
In tabel 6.3.4 zijn de resultaten samengevat.

Damwandconstructie	Uitkomst rekenwaarde
Lengte damwandplanken	8,30 meter * 1,2 = 9,97 meter Lengte aan te brengen planken wordt 10 meter
Type damwandplank	$M_{max}/(\sigma) = W$ $(142,1 \cdot 10^6)/240 = 591666,7 \text{ mm}^3 = 591,6 \text{ cm}^3$ gekozen: AZ-18 S240 (1800 cm^3)
Verankering	groutanker - Ø 26 mm – 4,0 meter lengte anker 13,26 meter hart op hart afstand ankers 2,0 meter

Tabel 6.3.4: Overzicht uitkomst berekening damwandconstructie

Het toepassen van de damwandconstructie is constructief mogelijk.

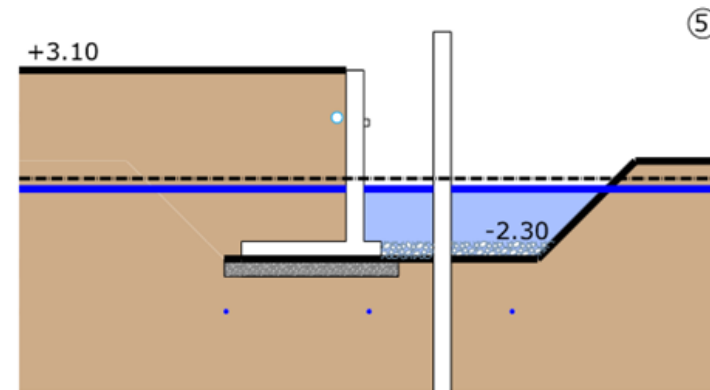
6.4 L- Muur



Figuur 6.4.1: Dwarsdoorsnede L-muur met mobiele loskraan

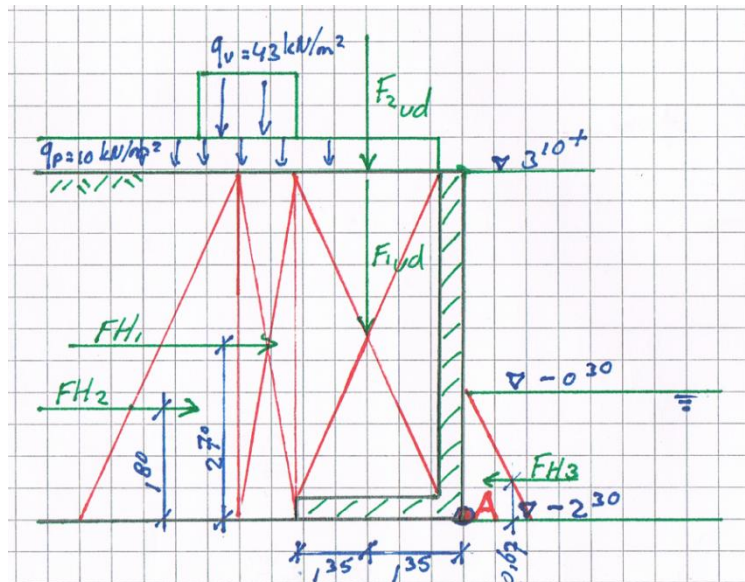
In de toetsing van de L-muur (figuur 6.4.1) worden de geotechnische mechanismen draagkracht ondergrond, kantelen en horizontaal afschuiven getoetst (zie bijlage 6.4). De mogelijkheid om horizontaal optredende krachten als gevolg van verkeersbelasting op te nemen zijn niet getoetst. De optredende horizontale drukken kunnen worden gereduceerd door het toepassen van licht ophoogmateriaal en het toepassen van gewapende grond (terra armee). Bij de geotechnische toetsing is de norm NEN 9997-1 van toepassing. De betonconstructie van L-muur is niet doorgerekend in deze globale fase. De lengte/ hoogte verhouding van een L-muur ligt

gemiddeld tussen de 0,5 en 0,7 afhankelijk van de toepassing en de belasting. Voor de L-muur aan de haven Goese Sas wordt uitgegaan van een verhouding van 0,5. Dit omdat de te keren hoogte aan de grens van het bereik (≥ 6 meter) van de L-muur zit. Het aansluitende maaiveld en bodem van de L-muur worden horizontaal uitgevoerd. De grondslag waarop de onderzijde van de L-muur wordt aangebracht bestaat uit een zandlaag. De L-muur wordt in open ontgraving aangebracht en aansluitend aangevuld met zand. Na aanvullen bestaat de gehele grondopbouw uit zand. Gedurende de uitvoering zijn er verschillende belastingsituaties van toepassing. In figuur 6.4.2 is de maatgevende fase (5) afgebeeld.



Figuur 6.4.2: Dwarsdoorsnede maatgevende fase

In de maatgevende fase is de kans op kantelen het hoogst, in de gebruikstoestand bevindt het havenpeil zich hoger en is de druk van het water ook hoger. Voor het kantelmoment is de dwarsdoorsnede geschematiseerd.



Figuur 6.4.3: Schematisering werking krachten op L-muur (maten in meter)

Het kantelmoment is bepaald door alle krachten (F) te vermenigvuldigen met de arm ten opzichte het punt A van de L-muur (figuur 6.4.3). Het verticale kantelmoment wordt opgevangen door het horizontale kantel moment. De keermuur zal niet kantelen. De verticale draagkracht is afhankelijk van de onderliggende grondlaag. Deze grondlaag bestaat uit zand. De

draagkracht van de ondergrond is berekend. Gezien het feit dat zand geen cohesie heeft zijn de factoren voor cohesie niet meegenomen in de berekening. Wel zijn de draagkracht-, reductie factoren bepaald en verwerkt in de berekening. Uit de berekening blijkt dat verticale draagkracht voldoende is.

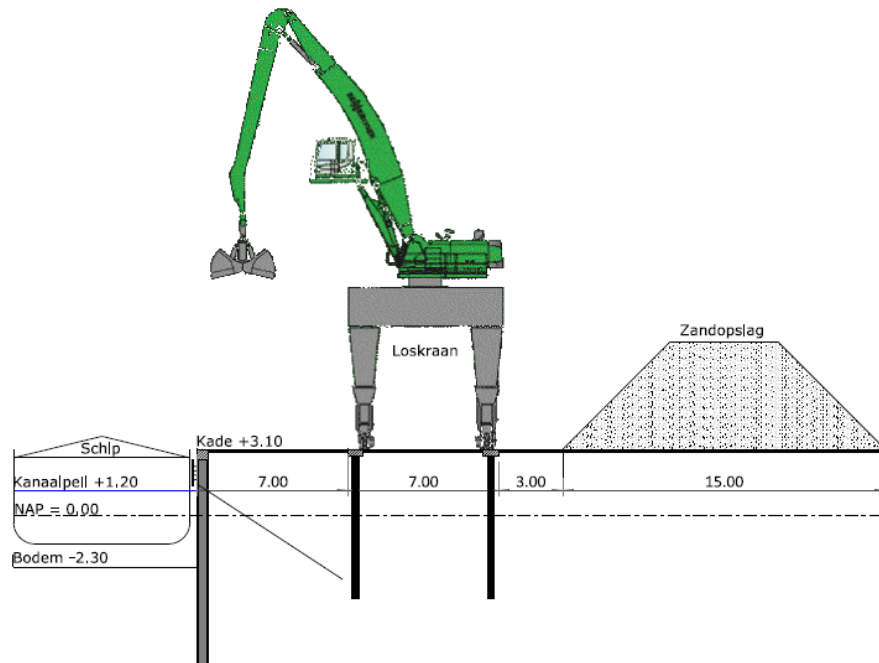
Bij het geotechnisch mechanisme “horizontaal afschuiven” wordt getoetst of de totale verticale belasting voldoende weerstand biedt tegen de horizontale gronddrukken. Hierbij is de glijfactor van de ondergrond ook van belang. Na toetsing is gebleken dat de L-muur niet horizontaal zal afschuiven. In bijlage 6.4 is de toetsing voor de L-muur volledig uitgewerkt.

Geotechnisch mechanisme	Uitkomst rekenwaarde	Voldoet aan de eis
Kantelen	$F_v; \text{mom} + F_h; \text{mom} = \leq 0$ $M_{\text{tot}} = -524,48 + 453,15 = -71,33 \text{ kNm/m}$	ja
Verticale draagkracht	$R_{\text{vd}} \geq V_d$ $1198,98 \text{ kPa} \geq 388,51 \text{ kPa}$	ja
Horizontaal afschuiven	$F_{\text{vd}} * f \geq 1,5 * H_0 - W$ $273,26 \text{ kN/m} \geq 119,25 \text{ kN/m}$	ja

Figuur 6.4.4: Tabel uitkomsten toetsing L-muur

Uit de toetsing blijkt dat de L-muur op staal kan worden gefundeerd.

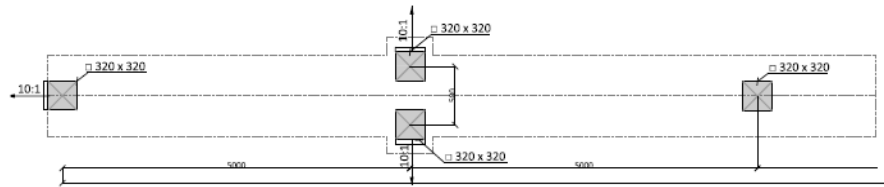
6.5 Kraanbaan



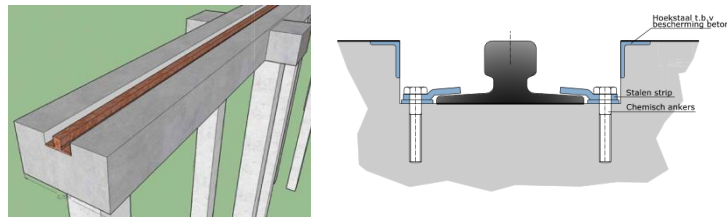
Figuur 6.5.1: Dwarsdoorsnede kraanbaan

De kraanbaan (figuur 6.5.1) wordt gerealiseerd voor een vast opgestelde laad- en loskraan die zich parallel langs de kade kan verplaatsen. De kraan wordt ingezet om de vracht van de boten te lossen. In de berekening (zie bijlage 6.5) is gerekend met het kraan- en laadgewicht. Bij het strekken van de giek om in het ruim van het schip te komen treedt er een moment op. Dit moment wordt gecompenseerd door de aanwezige ballast op de achterzijde van de kraan. De vergroting van de verticale

belastingen door het ontstaan van momenten is in deze berekening meegenomen. De kraanbaan is opgebouwd uit een betonnen balk en voorzien van een railstaaf. De stabiliteit van de kraanbaan is van groot belang. Na toetsing van de draagkracht van de ondergrond is de keuze gemaakt om de opties funderen op staal en onderheien te onderzoeken. Beide mogelijkheden zijn uitgewerkt in de berekening. Uitgangspunt is dat de stabiliteit van de constructie word gewaarborgd. Voor de onderheide variant is de lengte van de betonpalen bepaald met de methode Koppejan. De afmetingen van de betonpalen zijn 320 mm x 320 mm met een lengte van 6,60 meter. De hart op hart afstand van de palen is bepaald door diverse belasting scenario's door te berekenen met behulp van Matrix Frame. Bij de resultaten van de berekening zijn de maximaal optredende oplegreacties, momenten en dwarskrachten naast elkaar gezet. Aangenomen is dat een verplaatsing in de verticale richting van tien millimeter maximaal is. Een hart op hart afstand van vijf meter geeft een verplaatsing van vijf mm. In de berekening is geen veiligheidsfactor opgenomen. Om deze reden is voor de rest van de berekening uitgegaan van een hart op hart afstand van vijf meter. Om wringing van de betonnen ligger ten opzichte van de heipalen te voorkomen is er voor gekozen om elke tien meter een dubbele heipaal aan te brengen. Om de remkrachten van de kraan op te vangen worden de heipalen geschoord ingeheid.



Figuur 6.5.2: Bovenaanzicht kraanbaan variant onderheid



Figuur 6.5.3: Dwarsdoorsnede onderheide betonbalk inclusief detaillering railstaaf

De fundering op staal is berekend met behulp van de rekenregels uit de NEN 9997-1. De minimaal vereiste funderingsbalk afmetingen zijn 1,0 x 0,80 meter om voldoende draagkracht te kunnen realiseren. Indien er gekozen wordt voor een fundering op staal dient rekening te worden gehouden met de invloed van de kraanbelastingen op de kadeconstructie. De kadeconstructie dient verzwaard te worden uitgevoerd om weerstand te bieden tegen deze belastingen. Vanwege de kostenverhoging die dit met zich mee brengt en dat de kraanbaan door één stakeholder gewenst is heeft het de voorkeur om de kraanbaan onderheid uit voeren (figuur 6.5.2). Het onderheien van de kraanbaan voorkomt belasting richting de kadeconstructie. Het railprofiel is verzonken bevestigd op de

betonnen ligger (figuur 6.5.3). Hierdoor is de kraanbaan overrijdbaar door voertuigen. De betonnen ligger is gedimensioneerd met behulp van de vuistregels en is 700 mm x 600 mm en is uitgewerkt tot en met de benodigde wapening (bijlage 6.5). De resultaten van de berekeningen zijn verwerkt in tabel 6.5.4 / 6.5.5.

Kraanbaan onderheid	Uitkomst rekenwaarde
Betonpalen ten bate van fundering	320 x 320 mm 6,60 meter lengte geschoord 1:10 hart op hart 5 meter
Betonbalk	hoogte x breedte = 0,70 meter x 0,60 meter hoofdwapening Ø20 mm beugels Ø12 mm
Railstaaf	A 100 – hoog 85 mm breedte voet 200 mm wielbelasting 450 kN

Tabel 6.5.4: Dwarsdoorsnede kraanbaan

Kraanbaan fundering op staal	Uitkomst rekenwaarde
Betonbalk	hoogte x breedte = 0,80meter x 1,00 meter hoofdwapening Ø20 mm beugels Ø12 mm
Railstaaf	A 100 – hoog 85 mm breedte voet 200 mm wielbelasting 450 kN

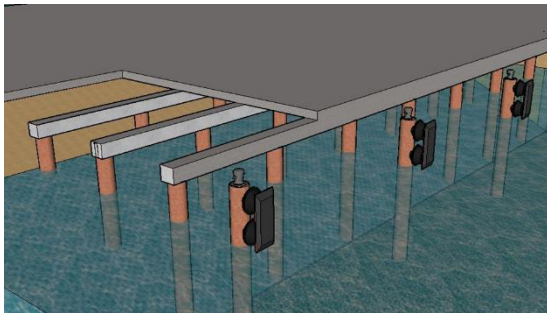
Tabel 6.5.5: Dwarsdoorsnede kraanbaan

De kraanbaan is toepasbaar bij elke variant kadeconstructie. De keuze voor een onderheide of een op staal gefundeerde variant is afhankelijk van de realisatiekosten.

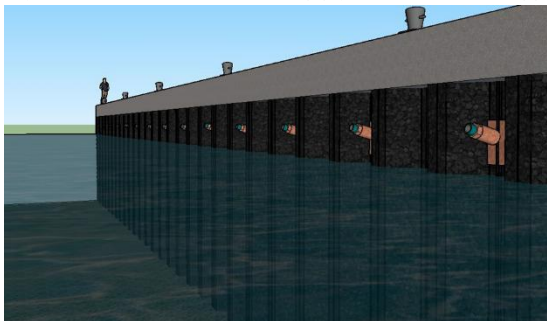
6.6 Conclusie berekeningen

De drie kadevarianten zijn constructief berekend en getoetst conform de geldende normen. Alle varianten voldoen aan de normen en kunnen worden toegepast als kadeconstructie.

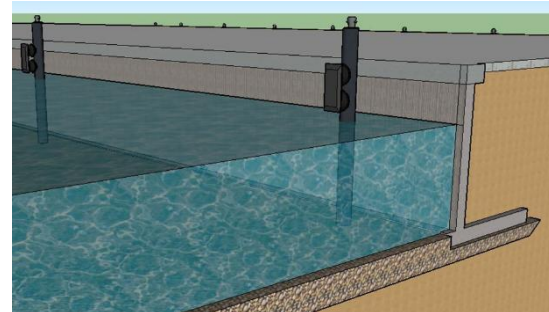
De kraanbaanberekening toont aan dat zowel een onderheide funderingsbalk als een fundering op staal mogelijk is. Zie figuren 6.61 t/m 6.6.4.



Figuur 6.6.1 overbouwd talud (opgesteld in Sketchup)



Figuur 6.6.2 damwand (opgesteld in Sketchup)



Figuur 6.6.3 L-wand (opgesteld in Sketchup)



Figuur 6.6.4 kraanbaanfundering (opgesteld in Sketchup)

7. Beheer en onderhoud

Het onderhoud en beheer van de gekozen constructie is van belang om de vooraf bepaalde levensduur te kunnen realiseren.

7.1 Beheer

Het ontwerp van de kadeconstructie dient conform het programma van eisen te voldoen aan een levensduur van honderd jaar. Om de gewenste levensduur te bereiken moeten er vooraf duidelijke keuzes worden gemaakt op het gebied van onderhoud en beheer. De mate waarin de kadeconstructie wordt beheerd zal doorslaggevend zijn in het realiseren van de beoogde levensduur. Bij het uitwerken van de onderhoudsintervallen zijn de relevante normen van SBRCURnet toegepast. In bijlage 7.1 staan de diverse vormen van beheer uitgewerkt.

Beheersvorm kade Goese Sas

De manier waarop het beheer van de kade aan het Goese Sas wordt vormgegeven zal een mix zijn van diverse beheersvormen. Het heeft de voorkeur om een beheerder aan te stellen die verantwoordelijk is voor het technisch beheer. Naast het technisch beheer zal de beheerder ook aanspreekpunt zijn voor de gebruikers en bestuur. De

kadeconstructie wordt nieuw opgeleverd. Door de oplevergegevens goed te verwerken in een kwaliteitssysteem kan er de eerste jaren volgens een standaard onderhoudsduur worden onderhouden. Daarna heeft het de voorkeur om aan de hand van kwaliteitsinspecties de mate van onderhoud te bepalen. Het grootste doel voor de beheerder is het waarborgen van de functie van de kadeconstructie. Dit is voor de gebruikers van groot belang. Door het goed beheer kunnen de kosten voor het onderhoud vroegtijdig worden bepaald. Hiermee wordt voorkomen dat er onverwachte kosten als gevolg van achterstallig onderhoud aan het licht komen.

7.2 Onderhoud

Uitgangspunt van het onderhoud is dat de constructie de verwachte levensduur bereikt. Het onderhoud kan worden uitgesplitst in preventief en correctief onderhoud. De vorm van onderhoud heeft te maken met de staat van het object. Bij preventief onderhoud voldoet de staat van het object en kan er onderhoud worden gepleegd voordat de constructie bezwijkt. Bij correctief onderhoud is het object reeds bezwiken en moet er onderhoud worden gepleegd om het object te herstellen.

Omdat de functie van de kadeconstructie moeten worden gewaarborgd wordt gekozen om preventief onderhoud uit te voeren. Het preventief onderhoud wordt uitgesplitst in toestandsafhankelijk en gebruiksaafhankelijk onderhoud. Het toestandsafhankelijk onderhoud is afhankelijk van de inspectie van het object. Afhankelijk van de resultaten van deze inspectie zal worden beslist of en hoe er onderhoud wordt uitgevoerd. Het gebruiksaafhankelijk onderhoud wordt uitgevoerd na een vastgestelde periode onafhankelijk van de staat van het object. Naast deze twee vormen van onderhoud is er projectmatig onderhoud. Deze vorm van onderhoud omvat grootschalige vervanging om het object weer aan de eisen te laten voldoen.

Bij de kadeconstructie Goese Sas zijn alle drie genoemde vormen van toepassing. Naast het gebruiksaafhankelijk onderhoud zal er door inspecties ook toestandsafhankelijk onderhoud worden uitgevoerd.

7.3 Variant afhankelijk onderhoud

Per constructievariant is een ander onderhoudsschema van toepassing. Het gebruiksafhankelijk onderhoud is vooraf te bepalen. Het toestandsafhankelijk onderhoud zal de eerste tien jaar minimaal zijn omdat de constructie nieuw wordt aangebracht. Aandachtspunten die bij alle constructie varianten gelden zijn de invloed van het zoute water in de haven, schade door aanvaring en randschades door onjuist gebruik van de loskranen. Met name het zoute water veroorzaakt oxidatie bij de stalen onderdelen. Voor het bepalen van de corrosiesnelheid zijn diverse onderzoeken uitgevoerd. Met behulp van deze onderzoeken kan door middel van een tabel (bijlage 7.0) een indicatie gegeven worden van de te verwachten oxidatiesnelheid. Per constructievariant is het gebruiksafhankelijk onderhoud aangegeven.

L-muur

De L-muur is opgebouwd uit betonnen prefab elementen die naast elkaar de kerende constructie vormen. De elementen zijn ontworpen met een levensduur van honderd jaar. Tussen de elementen zijn nylon voegvullingen aangebracht. Voor de keermuur staan stalen meerpalen. De constructie komt in contact met zout water. Bij beschadiging van het betonoppervlak bestaat de kans op oxideren van de betonwapening. Het staal van de meerpaal zal gaan oxideren.

In tabel 7.3.1 staat het gebruiksafhankelijk onderhoud omschreven.

<i>L-muur</i>	<i>levensduur</i>	<i>onderhouds-interval</i>	<i>methode</i>	<i>Onderhoudfrequentie tijdens levensduur hoofdconstructie (100 jaar)</i>
L-muur beton	100 jaar	10 jaar	Herstel oppervlakte schade	9
Nylon voegen voor afdichting	100 jaar	20 jaar	Injecteren flexibele voeg	4
Meerpalen	30 jaar	10 jaar	Schilderwerk	7
Meerpalen		30 jaar	Vervangen	3
Fender	20 jaar	20 jaar	Vervangen	5
Wrijfgording	50 jaar	50 jaar	Vervangen	1

Tabel 7.3.1: Schema gebruiksafhankelijk onderhoud L-muur

Damwand

De damwand constructie is opgebouwd uit stalen geconserveerde damwandplanken. De damwandconstructie is verankerd door middel van groutankers. Op het damwand is een betonnen deksloof aangebracht waarop bolders zijn bevestigd. De damwandplanken bevinden zich in een zout milieu waar spatwater mogelijk is. Dit zorgt ervoor dat de optredende corrosiesnelheid hoog is. De verwachte corrosie na honderd jaar bedraagt 7,5 millimeter. De damwandplank AZ18 heeft een wanddikte van 9,5 millimeter. Met de verwachte corrosiesnelheid kan de constructieve sterkte van de damwandconstructie niet worden gewaarborgd. Het corrosieproces kan worden vertraagd door het toepassen van conserveringssystemen. In combinatie met de kwaliteitsinspecties gedurende de levensduur van het damwand kan er een prognose worden gemaakt van de resterende levensduur. De verwachting is dat de theoretische verwachte levensduur van honderd jaar ondanks het gebruik van conserveringssystemen niet gehaald kan worden. Om deze reden is gekozen om de damwandconstructie op de helft van de vereiste levensduur te vervangen. Het vervangen van de damwandconstructie is relatief eenvoudig te realiseren door het plaatsen van een nieuwe damwandconstructie voor de bestaande constructie. Door de damwandconstructie na vijftig jaar te vervangen kan de functie van de kadeconstructie voor

honderd jaar worden gegarandeerd. In tabel 7.3.2 is het onderhoudsschema weergegeven.

<i>Damwand</i>	<i>Levens -duur</i>	<i>Onderhoud interval</i>	<i>methode</i>	<i>Onderhoudsfrequentie tijdens levensduur hoofdconstructie (100 jaar)</i>
Damwand plank	50 jaar	10 jaar	Coaten damwand	8
Damwand plank	50 jaar	50 jaar	Plaatsen nieuwe wand	1
Fender	20 jaar	20 jaar	Vervangen	5

Tabel 7.3.2: Schema gebruiksafhankelijk / projectmatig onderhoud damwand bij vervanging na 50 jaar

Overbouwd talud

Het overbouwd talud bestaat uit stalen buispalen waarop betonnen liggers en een vloer zijn aangebracht. De buispalen bevinden zich gedeeltelijk in het talud dat is afgewerkt met betonnen zuilen. Voor het aan- afmeren zijn stalen buispalen aangebracht. Door optredende corrosie is de verwachte constructieve levensduur van de stalen buispalen circa vijftig jaar. Er is gekozen voor stalen buispalen vanwege de grotere capaciteit om eventuele optredende momenten in de constructie op te vangen. De betonconstructie is ontworpen op een levensduur van honderd jaar. Gedurende de halve levensduur van de betonconstructie zijn de ondersteunende buispalen toe aan vervanging. Het vervangen van de stalen buispalen na vijftig jaar is een ingrijpend project waarbij de kosten voor het vervangen aanzienlijk zijn. Alternatieve oplossing zou het toepassen van betonnen funderingspalen of het toepassen van een betonconstructie met een levensduur van vijftig jaar zijn. Bij het toepassen van betonnen palen bestaat de mogelijkheid dat er door optredend moment in de constructie scheuren ontstaan waardoor de wapening kan oxideren. Het verdient de voorkeur om de keuze af te wegen rekening houdend met de kosten. Voor zowel de stalen buispaal als de betonnen paal is een onderhoudsschema opgesteld (tabel 7.3.3 / 7.3.4).

Overbouwd talud (stalen buispalen)	levensduur	onderhouds-interval	methode	Onderhoudsfrequentie tijdens levensduur hoofdconstructie (100 jaar)
Betondek en betonnen liggers	100 jaar	10 jaar	Herstel oppervlakte schade	9
Meerpalen	30 jaar	10 jaar	Schilderwerk	7
Meerpalen	30 jaar	30 jaar	Vervangen	3
Buispalen overbouwd talud	50 jaar	50 jaar	Vervangen	1
Fender	20 jaar	20 jaar	Vervangen	5
Taludconstructie	100 jaar	10 jaar	Partieel herstel zakkingen	9
Taludconstructie	100 jaar	50 jaar	Groot onderhoud vervangen beschadigde blokken, teenschotten	1

Tabel 7.3.3: Onderhoudsschema overbouwd talud stalen buispaal

<i>Overbouwd talud (betonnen palen)</i>	<i>Levensduur</i>	<i>Onderhouds-interval</i>	<i>Methode</i>	<i>Onderhoud-frequentie tijdens levensduur hoofdconstructie (100 jaar)</i>
Betondeken en betonnen liggers	100 jaar	10 jaar	Herstel oppervlakte schade	9
Beton palen overbouwd talud	100 jaar	10 jaar	Herstel oppervlakte schade	9
Meerpalen	30 jaar	10 jaar	Schilderwerk	7
Meerpalen	30 jaar	30 jaar	Vervangen	3
Fender	20 jaar	20 jaar	Vervangen	5
Talud constructie	100 jaar	10 jaar	Partieel herstel zakkingen	9
Talud constructie	100 jaar	50 jaar	Groot onderhoud vervangen beschadigde blokken, teenschotten	1

Tabel 7.3.4: Onderhoudsschema overbouwd talud met betonnen funderingspalen

7.4 Conclusie beheer en onderhoud

Door doelmatig beheer kan de levensduur van de kadeconstructie worden bewaakt. Het functioneren van de kadeconstructie is hierbij primair. Van elke variant is inzichtelijk welk gebruiksafhankelijk onderhoud te verwachten valt gedurende de levensduur van de constructie.

De L- muur is ontworpen met een levensduur van honderd jaar. Kritische noot hierbij is dat indien betonschade niet binnen afzienbare tijd wordt hersteld de levensduur niet gehaald kan worden. In het geval van aanvaring is het herstel van de betonconstructie een lastig proces. De damwandconstructie is onderhevig aan het zoute water van de haven. Door gebruik te maken van conserveringssystemen kan de levensduur worden verlengd.

De damwandconstructie heeft ondanks het toepassen van conserveringssystemen een verwachte levensduur van minder dan honderd jaar. Het verdient de voorkeur om de constructie na vijftig jaar te vervangen. Hiermee kan de functie van de kadeconstructie voor honderd jaar worden gewaarborgd. Het vervangen van de constructie is relatief eenvoudig te realiseren door de nieuwe constructie voor de bestaande te plaatsen.

De betonconstructie van het overbouwd talud is ontworpen voor een levensduur van honderd jaar. De ondersteunde stalen buispalen zullen door corrosie niet de levensduur van honderd jaar kunnen halen. Het vervangen van deze stalen buispalen is technisch gezien een kostbaar werk. Het toepassen van betonnen funderingspalen of de betonconstructie compleet vervangen na vijftig jaar zouden alternatieven kunnen zijn.

Eindconclusie is dat het onderhoud aan de L- muur en de damwandconstructie vooraf duidelijk is af te bakenen. Het onderhoud aan het overbouwd talud hangt af van de uitvoering van de funderingspalen. In geval van grote schades door bijvoorbeeld aanvaring is de mogelijkheid tot snel herstel het meest aanwezig bij de damwandconstructie.

8. Raming

Om een inschatting te maken van het verschil in kosten per variant zijn ramingen opgesteld. In deze ramingen wordt gerekend zonder algemene kosten, uitvoeringskosten en winst en risico. De uitgangspunten van de raming zijn per variant gelijk gehouden zodat er een gelijkwaardige vergelijking is te maken.

8.1 Opbouw raming

Per kadeconstructie is een raming opgesteld. Deze raming is opgebouwd uit uitvoerings-, materiaal- en beheerkosten. De uitvoeringskosten zijn gebaseerd op de omschreven uitvoeringstechnieken. De kosten per handeling zijn gebaseerd op ervaringscijfers, bevragen van marktpartijen en door deze te berekenen. Op basis van de constructieberekeningen is het voorontwerp per type kadeconstructie gemaakt. Met behulp van dit voorontwerp zijn de vereiste materialen bepaald. De vereiste materialen zijn per eenheid afgeprijsd. Deze eenheidsprijzen zijn verkregen door marktpartijen te raadplegen en door ervaringscijfers uit de eigen organisatie te gebruiken. De beheerskosten zijn opgebouwd uit de posten beheer en gebruiksafhankelijk onderhoud. Bij de post beheer is voor alle varianten het bedrag voor de kosten van de beheerder opgenomen. Voor het gebruiksafhankelijk onderhoud zijn de

eerder omschreven onderhoudsschema's per variant afgeprijsd. (bijlage 8.1)

8.2 Uitgangspunten

De raming is opgesteld voor het realiseren, beheren en onderhouden van de kadeconstructie. Het ontgraven van de haven, het realiseren van het toegangskanaal en de omliggende infrastructuur maakt geen deel uit van deze raming. De uitgangspunten zijn samengevat in onderstaande tabel 8.2.1.

<i>Uitgangspunten</i>	
Lengte kadeconstructie	1885 meter
Afmetingen kadeconstructie	Verkregen door constructieberekening
Materialisering kadeconstructie	Voorontwerp
Prijsvorming constructie	Per strekkende meter kade
Indexering onderhoudskosten	Geen onderdeel van deze raming
Totale realisatiekosten kadeconstructie en haven	Geen onderdeel van deze raming
Eenheidsprijzen materieel	Bij alle varianten gelijke marktconforme tariefstelling
Materiaalkosten	Bepaald ten tijde van raming prijspeil 2017
Vaststellen eenheidsprijzen	Door middel van marktconsultatie / ervaringscijfers
Algemene kosten, winst en risico en uitvoeringskosten	Geen onderdeel van de geraamde prijzen

Tabel 8.2.1: Uitgangspunten berekening

De uitgangspunten zijn meegenomen in de ramingen. In bijlage 8.2 zijn de diverse ramingen uitgewerkt.

8.3 Conclusie raming

De totale kosten voor de realisatie en onderhoud van de vereiste kadelengte zijn vertaald in een prijs per strekkende meter kadeconstructie (tabel 8.3.1).

	<i>Raming</i>	<i>Prijs per m</i>
1	Damwand	€ 4887,83
2	L-muur	€ 5464,28
3	Overbouw talud (betonnen funderingspaal)	€ 6013,43
4	Overbouwd talud (stalen funderingspaal)	€ 6785,71

Tabel 8.3.1: Overzicht varianten inclusief prijs per strekkende meter

De damwandconstructie heeft de laagste prijs per strekkende meter kadeconstructie. In de raming is rekening gehouden met het vervangen van de gehele damwandconstructie na vijftig jaar. De L-muur is ontworpen met een levensduur van honderd jaar en heeft een prijs per strekkende meter die circa tien procent duurder is als de damwandconstructie. Het overbouwd talud blijkt de duurste variant te zijn. Dit is te verklaren door het arbeidsintensieve proces in combinatie met grote hoeveelheid benodigde materialen. De damwandconstructie is financieel gezien de meest aantrekkelijke optie.

9. Advies voorkeursvariant

De opdrachtgever gemeente Goes is op zoek naar de Economisch Meest Voordelige variant. Dit houdt in dat er naar een balans tussen kosten, kwaliteit en levensduur moet worden gezocht.

De gemeente Goes is op zoek naar een kadeconstructie die gedurende de levensduur van honderd jaar:

- de functie als kadeconstructie blijft vervullen;
- bedrijfszeker is voor de gebruikers;
- is uitvoeringstechnisch te realiseren conform het programma van eisen;
- volgens een vooraf opgesteld onderhoudsplan is te onderhouden;
- die rekening houdend met eerder genoemde punten de meest voordelige prijs per strekkende meter heeft.

Om deze uitgangspunten te kunnen invullen is er in de voorgaande hoofdstukken onderzoek gedaan. Hierbij zijn de drie meest geschikte kadevarianten geselecteerd, gedimensioneerd en geraamd. Daarnaast is gekeken naar de wijze waarop elke variant kan worden gerealiseerd en onderhouden.

9.1 Kenmerken varianten

Alle drie varianten voldoen aan de gestelde eisen van gemeente Goes en zijn toepasbaar als kadeconstructie voor de haven Goese Sas. Per kadevariant is een overzicht gemaakt met de kenmerken. De kenmerken zijn onderverdeeld in uitvoering, kansen, aandachtspunten, onderhoud en kosten. (tabel 9.1.1, 9.1.2, 9.1.3).

L-muur

Kenmerken	L-muur
Uitvoering:	- relatief veel grondverzet > 40.000m³ - toepassen bronnering - transport prefab delen
Kansen:	- theoretische levensduur van 100 jaar zorgt voor lage onderhoudskosten - prefab bouwdelen van hoge kwaliteit - weinig omgevingshinder door beperkt trilwerk (meerpalen)
Aandachtspunten:	- mogelijk geen droge bouwput door onvoldoende functioneren bronnering - constructief begeven betonconstructie damwand door aanvaring - schadeherstel betonconstructie gecompliceerd - toe te passen keerwand zit op rand toepassingsgebied > 6 meter
Onderhoud:	- constructie vereist periodiek onderhoud maar is onderhoudsarm
Kosten:	- kosten per strekkende meter € 5464,28

Tabel 9.1.1: Kenmerken L-muur

Damwand

Kenmerken	Damwand
Uitvoering:	- beperkt grondverzet < 15.000 m³ - geen bronnering vereist - transport prefab delen
Kansen:	- vervangen constructie na 50 jaar beperkt hoeveelheid conservering - beperkte bouwtijd - beperkt bouwterrein vereist
Aandachtspunten:	- omgevingshinder (geluid en trilling) door inbrengen damwanden en meerpalen
Onderhoud:	- damwand vereist periodiek onderhoud en projectmatig groot onderhoud (vervanging na 50 jaar)
Kosten:	- kosten per strekkende meter € 4887,83

Tabel 9.1.2: Kenmerken damwand

Overbouwd talud

Kenmerken	Damwand
Uitvoering:	- relatief veel grondverzet > 50.000 m³ - bronnering vereist - samenstellen betonconstructie op locatie - aanbrengen taludbedekking
Kansen:	- op kavels waar geen kadeconstructie vereist is voor mogelijke toekomstige bedrijven volstaat enkel de taludbedekking
Aandachtspunten:	- omgevingshinder (geluid en trilling) door inbrengen buis -/heipalen en meerpalen - relatief lange bouwtijd in verband met arbeidsintensief bouwproces
Onderhoud:	- constructie vereist periodiek onderhoud. De mate van onderhoud is afhankelijk van de funderingspaal keuze
Kosten:	- kosten per strekkende meter € 6013,43 / € 6785,71

Tabel 9.1.3: Kenmerken overbouwd talud

9.2 Voorkeursvariant

De voorkeursvariant is de kadevariant die voldoet aan de gestelde eisen en voor gemeente Goes de economisch meest voordelige is. Voor het bepalen van de economisch meest voordelige variant is de prijs per strekkende meter kadeconstructie maatgevend. Dit omdat naast de kosten voor de realisatie het verwachte onderhoud ook is verwerkt in deze kostprijs. Hierdoor is de kadevariant met de laagste prijs per strekkende meter ook de economisch meest voordelige. De overige kenmerken die worden benoemd in de tabellen in paragraaf 9.1 geven inzicht in diverse punten die per variant relevant zijn. Deze punten zijn, indien van toepassing, meegenomen in de geraamde prijzen en maken derhalve geen verschil bij het bepalen van de economisch meest voordelige variant.

De economisch meest voordelige kadeconstructie op basis van prijs per strekkende meter is de damwandconstructie. De damwandconstructie voldoet aan de eisen van de stakeholders. Het toepassen van een kraanbaan is bij deze variant mogelijk. De constructie is in verhouding met de andere varianten het snelst te realiseren. Dit komt doordat de werkzaamheden om de constructie te kunnen realiseren het minst arbeidsintensief zijn. De hoofdconstructie bestaande uit damwandplanken wordt prefab aangevoerd en kan zonder

arbeidsintensieve werkzaamheden worden aangebracht. Hierdoor onderscheidt de damwandconstructie zich van de andere varianten.

Op het gebied van onderhoud moet rekening worden gehouden met het zoute milieu dat invloed heeft op de damwandconstructie. De gewenste levensduur van honderd jaar is ondanks het toepassen van verschillende conserveringssystemen geen realistisch verwachting. Om deze reden is er gekozen om het damwand na een levensduur van vijftig jaar te vervangen. De vervanging van de constructie is relatief eenvoudig doordat de nieuwe constructie voor de bestaande constructie kan worden aangebracht. De functie van de kadeconstructie kan door de vervanging voor honderd jaar worden gewaarborgd.

In de raming is het vervangen van de constructie meegerekend. De damwandconstructie kan voor de laagste prijs per strekkende meter worden gerealiseerd. De prijs per strekkende meter L-muur is circa tien procent duurder. De betonconstructie van de L- muur is berekend op honderd jaar. Er is getoetst op geotechnische mechanismen en de L-muur voldoet aan de toetsing. Echter is het onbekend hoe de toestand van de L-muur is na honderd jaar. De damwandconstructie is, zeker na vervanging na vijftig jaar, meer bedrijfszeker. Om deze reden heeft de damwandconstructie de voorkeur boven de L-muur.

Het realiseren van het overbouwd talud is erg arbeidsintensief. De optie met stalen buispalen als fundering onder het betondek is de duurste optie en deze valt op basis van de kosten af. De optie met betonnen funderingspalen kan een mogelijkheid zijn. Kanttekening hierbij is dat de betonpalen weinig moment kunnen opnemen tijdens het gebruik van het overbouwd talud. Hierdoor wordt de kans op oxideren van de betonwapening groter waardoor de onderhoudskosten aanzienlijk toe gaan nemen.

De damwandconstructie onderscheid zich op basis van bedrijfszekerheid en de laagste prijs per strekkende meter van de andere varianten.

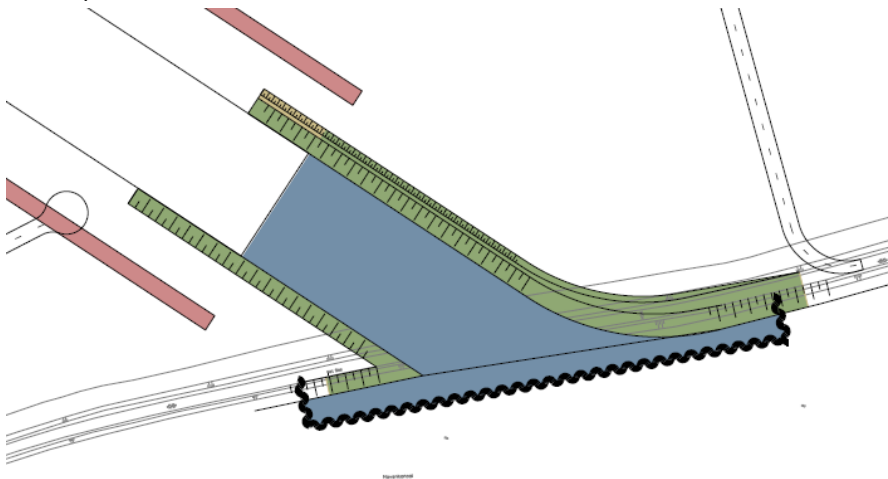
De damwandconstructie is hierdoor de economisch meest voordelige optie.

10. Haven Goese Sas

De voorkeursvariant voor de kadeconstructie is de damwandconstructie. Voor de opdrachtgever zijn de kosten voor de realisatie van de totale haven inclusief kadeconstructie van belang. De realisatie van de haven is omschreven en voorzien van een globale raming met de te verwachten kosten. Van de haven met toegangskanaal is een schets gemaakt wat voor de raming wordt aangehouden. (bijlage 3.5.1 A/B)

10.1 Realisatie haven

De te realiseren haven wordt aangesloten middels een toegangskanaal dat aansluit op het havenkanaal. (zie figuur 10.1.1).

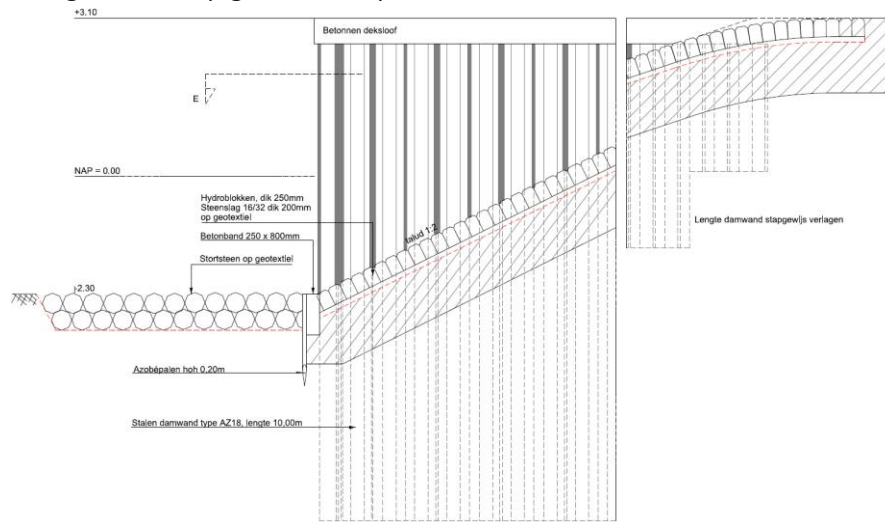


Figuur 10.1.1: toegangskanaal inclusief tijdelijk damwand

Het toegangskanaal kruist de bestaande waterkering die langs het havenkanaal loopt. Uitvoeringstechnisch is er gekozen om de werkzaamheden in twee fasen uit te voeren (bijlage 10.1 / 10.2). De eerste fase bestaat uit het aanleggen van de damwandconstructie ten bate van de kades. De bovenzijde van het damwand wordt op 3.10 m + Nap aangelegd. Het huidige maaiveld bevindt zich op 1,50 m + Nap. Het maaiveld wordt opgehoogd tot bovenzijde damwand. Voor de aanvulling is er van uitgegaan dat het te ontgraven zand uit de haven geschikt is voor hergebruik als ophoogmateriaal. De haven wordt tot 0,50 m + Nap in den droge ontgraven.

De tweede fase is de aanleg van het toegangskanaal. Hiervoor wordt er voor de bestaande waterkering langs het havenkanaal een tijdelijk damwand aangebracht (figuur 10.1.1).

Het toegangskanaal wordt voorzien van een taludconstructie. De taludconstructie is opgebouwd uit een teenschot waartegen een taludbescherming van speciale betonnen blokken wordt aangebracht. (figuur 10.1.2).



Figuur 10.1.2: Detailing taludbekleding

Om de teenconstructie te kunnen realiseren wordt er gebruik gemaakt van bronnering. De taludconstructie wordt aangesloten op de bestaande taludconstructie langs het havenkanaal die is opgebouwd uit betonnen blokken. De aansluiting tegen aan de damwandconstructie wordt verstevigd door het toepassen van gietasfalt ter plaatse van de aansluiting. Het toegangskanaal wordt na realisatie van de taludconstructies in den droge ontgraven tot 0,50 m + Nap.

Na het ontgraven in den droge van de eerste en tweede fase wordt het resterende te ontgraven deel van de haven en toegangskanaal in den natte ontgraven. Om toestroom van grondwater uit de omgeving te voorkomen wordt er water uit het havenkanaal in de ontgraving gepompt. Er is aangenomen dat het ontgraven zand uit de haven kan worden toegepast als ophoogmateriaal om de aansluitende kavels achter de kadeconstructie op te hogen. Nadat de haven op diepte is gebracht wordt er bodembescherming aangebracht. Aansluitend wordt het tijdelijke damwand verwijderd en is de aansluiting met het havenkanaal gerealiseerd.

10.2 Kosteninschatting aanleg haven

Voor de inschatting van de realisatie kosten is uitgegaan van de volgende uitgangspunten;

- enkel de haven is geraamd, de omliggende infrastructuur is niet meegenomen (bijlage 10.3);
- toepassing van de damwandconstructie inclusief deksloof;
- het toegangskanaal wordt voorzien van taluds 1:2 voorzien van taludbekleding bestaande uit hydroblocks;
- het vrijkomende zand kan worden hergebruikt als ophoogmateriaal ten bate van de te realiseren bedrijfskavels;
- uitvoeringskosten, algemene kosten en winst en risico maken geen deel uit van de raming;
- het onderhoud van de haven en damwandconstructie is niet meegenomen in de raming, er is geen onderzoek gedaan naar het te verwachten slib gehalte tijdens gebruik;
- de kraanbaan is niet meegenomen in de raming.

De damwandconstructie wordt toegepast in de haven “Goese Sas”. De globale handberekening is met behulp van D-sheet piling getoetst (bijlage 10.4). Uit de toetsing blijkt dat de lengte van de damwandplanken twaalf meter moet zijn. De aangepaste lengte is verwerkt in de raming (bijlage 10.5). De prijs per strekkende meter damwandconstructie is daardoor

aangepast naar € 5087,30. Het bestaande havenkanaal is voorzien van een betonnen taludbekleding in de vorm van vierkante blokken. Het toegangskanaal wordt voorzien van betonnen hydrozuilen. Het vrijkomende zand uit de ontgraving wordt toegepast op de te realiseren bedrijfskavels. Uit de bepaling van de benodigde hoeveelheid materiaal blijkt dat het uitkomende zand niet voldoende is om alle bedrijfskavels conform figuur 10.2.1 op te hogen. De resterende op te hogen delen terrein zullen door de toekomstige gebruikers van de kavels moeten worden opgehoogd. De kosten voor het leveren en verwerken van dit ophoogmateriaal zijn niet meegenomen in de raming.



Figuur 10.2.1: Kavelverdeling

De kostenindicatie voor realisatie van de haven rekening houdend met de eerder genoemde uitgangspunten bedraagt € 6.673.000,-. (bijlage 10.6)

11. Conclusie en Aanbevelingen

11.1 Conclusie

Voor de haven “Goese sas” zijn de drie onderzochte kadevarianten allen geschikt. De L- muur constructie, het overbouwd talud en de damwandconstructie zijn allen gedimensioneerd en uitgewerkt tot voorontwerp. Met het voorontwerp is de wijze waarop de realisatie kan worden uitgevoerd bepaald. De kosten voor realisatie en onderhoud zijn vertaald naar een prijs per strekkende meter kadeconstructie.

Voor de opdrachtgever is de economisch meest voordelige variant die voldoet aan de gestelde eisen (paragraaf 9.1) maatgevend. De damwandconstructie heeft de laagste prijs per strekkende meter en is hiermee de economisch meest voordelige variant.

De handberekening van de damwandconstructie is getoetst met behulp van D-sheet piling. In deze berekening zijn de troskrachten en verkeersbelastingen ook verwerkt. Uit de berekening blijkt dat een damwandplank AZ-18 met een lengte van twaalf meter voldoet. Deze lengte wijkt af van de eerder geraamde damwandlengte en zorgt voor een kostenverhoging. Ondanks deze kostenverhoging blijft de prijs per strekkende meter de laagste van alle varianten.

De realisatiekosten van de kadeconstructie inclusief aansluiting op het havenkanaal voor de haven “Goese Sas” zijn globaal geraamd. Het doel hiervan is een indicatie te geven van de te verwachten kosten voor de opdrachtgever. Door de damwandconstructie toe te passen als kadeconstructie kan de gemeente Goes op de economisch meest voordelige wijze de haven “Goese Sas” realiseren.

11.2 Aanbevelingen

Voor het realiseren van de damwandconstructie ten bate van de haven “Goese Sas” verdient het de aanbeveling om vervolg onderzoek te doen naar de volgende zaken;

- geotechnische eigenschappen projectlocatie;
- toetsing geschiktheid uitkomend zand als ophoogmateriaal;
- toe te passen hoogte glooiingsblokken ten bate van taludbekleding;
- onderzoek Niet Gesprongen Explosieven (NGE);
- onderzoek naar toepassing robuustere damwandplank om corrosieverlies na honderd jaar op te vangen en constructief voldoende reststerkte te houden;
- vrijstellingsprocedure aanpassen bestemmingsplan.

12. Bronnen

Om het onderzoek uit te kunnen voeren is gebruik van de volgende bronnen / software / literatuur :

Vooronderzoeken originele bouwplan Goese Schans:

- *Sepaz november 2004 , “Ruimte voor watergebonden bedrijvigheid”, opdrachtgever Provincie Zeeland.*
- *Arcadis 28 maart 2006, “Beslisdocument Onderzoek Natte Bedrijventerreinen”, opdrachtgever Provincie Zeeland.*
- *Ecorys Nederland BV 13 februari 2007
“Voortgangsverslag verplaatsing watergebonden bedrijven Havengebied Goes”, opdrachtgever Provincie Zeeland.*
- *Witteveen en Bos 21 juni 2007 , “Haalbaarheid Haven Goese Sas”, opdrachtgever Gemeente Goes.*
- *Ramarcon marine consultancy juli 2007 , “Waterstad Goes jacht service centrum levensvatbaarheidsonderzoek”, opdrachtgever Gemeente Goes.*
- *Ecorys Nederland BV april 2010, “Goese Schans en watergebonden bedrijvigheid”, opdrachtgever Ministerie VROM en WWI.*

Waterschap Scheldestromen:

- Vergunningenbeleid waterkeringen 2012

Gemeente Goes:

- Bestemmingsplan
- GBKN (Grootschalige BasisKaart Nederland)

Software:

- Bentley Microstation V8i
- Microsoft office 2010
- Matrix Frame 5.2
- D-sheet Piling 16.1
- Sketchup make 17.2

Technische literatuur:

- dr.ir. U. Backhausen & prof. dr. ir. A.E.C. van der Stoel juli 2014, “Reader Geotechniek voor het HBO”.
- © Handboek Kademuren, 2003, Stichting CUR, Gouda
- Stichting Postacademisch Onderwijs april 2010, “Cursusboek Ontwerp en uitvoering van kademuren”.
- Publicatie 166, Damwanconstructies, CUR, 2e druk 1994, Gouda.
- Alfred Roubos & Dennis Grotegoed 2014, Binnenstedelijke kademuren, SBR cur.

Bijlagenlijst

Bijlagen zijn opgesteld aan de hand van de hoofdstukindeling van de advies rapportage. Hoofdstuk 1 en 9 bevatten geen bijlagen.

<i>Bijlage nummer</i>	<i>Omschrijving</i>
<i>Documenten:</i>	
2.1	Inventarisatie stakeholders eisen
3.1	Geotechnische gegevens
<i>Tekeningen:</i>	
3.5.1 A	Ontwerp haven
3.5.1 B	Ontwerp haven inclusief kavels
3.5.2	Aansluitende wegen
3.5.3	Ontwerp haven inclusief jachthavens
3.5.4	Dwarsprofiel ontwerp
<i>Documenten:</i>	
4.1	Typen havenconstructies
5.1	Uitvoeringstechnieken
6.1	Algemeen belastingsschema
6.2	Berekening en tekening overbouwd talud
6.3	Berekening en tekening damwand
6.4	Berekening en tekening L-muur
6.5	Berekening en tekening kraanbaan
<i>Documenten:</i>	
7.1	Beheer en onderhoud
8.1	Raming
8.2.1	Raming L-muur

8.2.2	Raming damwand
8.2.3	Raming overbouwd talud (stalen buispalen)
8.2.4	Raming overbouwd talud (beton palen)
<i>Tekeningen:</i>	
10.1	Hoofdfasering haven fase 1
10.2	Hoofdfasering haven fase 2
10.3	Overzichtstekening geraamd deel haven
<i>Documenten:</i>	
10.4	Berekening D-sheet Piling
10.5	Definitieve raming damwand
10.6	Raming Haven

Afkortingen

<i>Omschrijving</i>	<i>Verklaring</i>
ha	hectare
- m Nap	maatvoering in meters minus Normaal Amsterdams Peil
+ m Nap	maatvoering in meters boven Normaal Amsterdams Peil
mm	Millimeter
kN	Kilonewton

“Ontwerp kadeconstructie haven Goese sas”