

Ingenieursbureau
**provincie
 groningen**

Dubbele Dijk
Ontwerpnota
Doorlaatduiker

PROVINCIE GRONINGEN

INGENIEURSBUREAU

bezoekadres : St. Jansstraat 4, Groningen
postadres : Postbus 610, 9700 AP Groningen
telefoon : 050 - 316 4579
email : teamuitib@provinciegroningen.nl
website : www.provinciegroningen.nl

Project Dubbele Dijk
Ontwerpnota Doorlaatduiker

Documentnr. :DO 100332-ONTW-101

Versie: 1.1	Status: Definitief	Datum: 12-07-2024
Opsteller: J.W. van Jaarsveld		Projectleider: H.J. Wilzing

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
1.1	Algemeen	2
1.2	Doel van de ontwerpnota	3
1.3	Onderzoeken en adviezen doorlaatduiker	4
1.4	Berekeningen en tekeningen Doorlaatduiker	5
1.5	Normen & richtlijnen	6
1.6	Materialen	6
1.7	Veiligheidsklasse en referentieperiode	7
1.8	Grondonderzoek	7
1.9	Uitgangspunten voor het ontwerp	7
1.10	Uitgangspunten en bijzonderheden voor uitvoering	8
2	Beschrijving van het systeem Noordelijk pand	9
2.1	Overzicht van het systeem	9
2.2	Werking systeem Doorlaatduiker	10
2.3	Ruimtelijk ontwerp Doorlaatduiker	12
2.4	W+E ontwerp Doorlaatduiker	14
2.5	Constructief ontwerp Doorlaatduiker	16
2.6	Veiligheidsfilosofie Doorlaatduiker	0
2.6.1	Invloed van de uitvoering op waterveiligheid	0
2.6.2	Invloed van het bouwwerk op waterveiligheid	0
2.6.3	Invloed van de bediening op waterveiligheid	1
3	Conditionerende onderzoeken	2
3.1	Niet gesprongen explosieven	2
3.2	Archeologisch onderzoek	3
3.3	Bodemonderzoek	4
3.4	Ecologie	5
4	Kabels en leidingen	6
5	Toegang tot de bouwlocatie	7
6	Toegang tot strand Bierum	8
7	Bodembescherming	9
8	Damwanden en kwelschermen	10
9	Vergunningen	10

Wijzigingsblad

Versie	Wijziging	Paraaf
1.1	- 1 ^e uitgave, interne opmerkingen provincie Groningen verwerkt	
2.0		

1 Inleiding

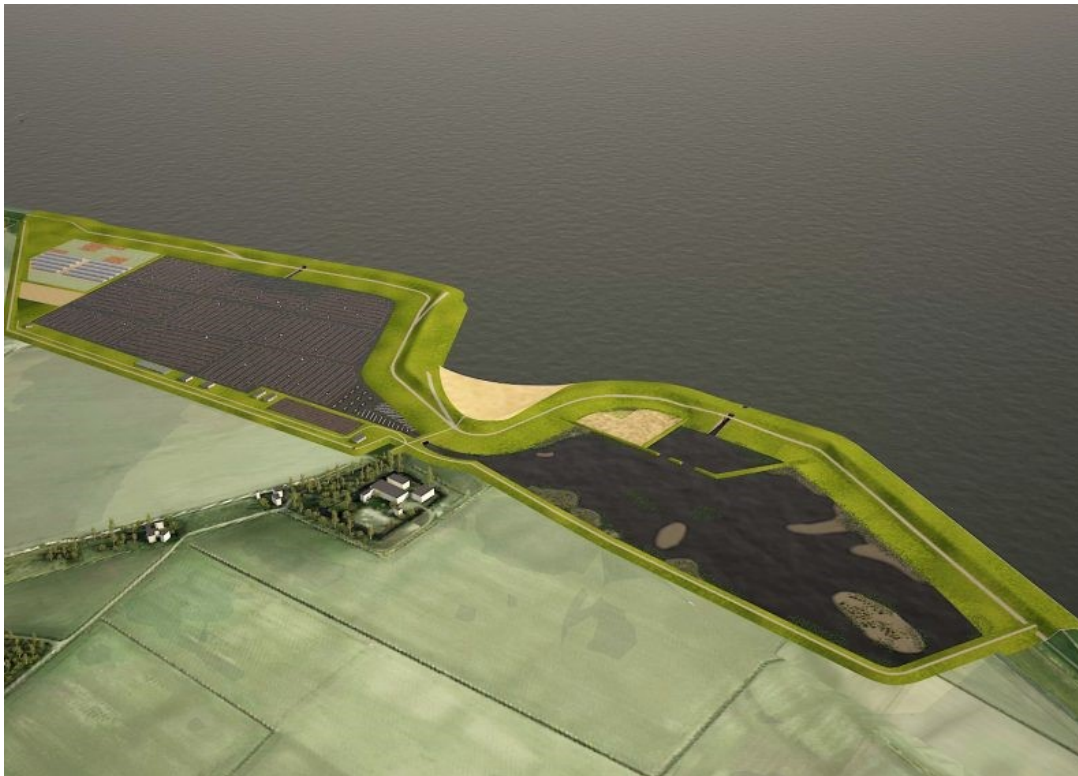
1.1 Algemeen

De Dubbele Dijk is een project binnen het programma Eems-Dollard 2050. Als onderdeel van de dijkversterking Eemshaven-Delfzijl ontwikkelde de provincie Groningen samen met het waterschap Noorderzijlvest een nieuw soort dijk: de Dubbele Dijk. Bij het ontwikkelen van deze duurzame dijk is rekening gehouden met de stijging van de zeespiegel door klimaatverandering. De doelstellingen van de Dubbele Dijk zijn het verbeteren van veiligheid, de natuur in het Eems-Dollard gebied, experimenteren met zilte landbouw en het bieden van recreatieve mogelijkheden. De Dubbele Dijk bevindt zich bij Nieuwstad, ten zuiden van de Eemshaven (zeedijk bij Bierum).

De Dubbele Dijk bestaat uit een hogere dijk aan de zeezijde (buitenliggende kering) en een lagere dijk landinwaarts (binnenliggende kering). De twee dijken samen beschermen tegen hoogwater. De tweede dijk is gemaakt van afgeschoven teeltaarde. In de zeedijk wordt een getijdenduiker aangelegd waardoor het water in en uit het tussengebied kan stromen (getijdewerking).

Het gebied tussen de dijken bestaat uit twee gedeelten. Het zuidelijke deel (Zuidpand, ongeveer 14 hectare) wordt een gebied met eb en vloed, waar slib kan bezinken en een nieuwe pionierkwelder ontstaat. In het noordelijke deel (Noordpand, ongeveer 27 hectare) is ruimte om te experimenteren met de kweek van schaal- en schelpdieren. Ook is er plek voor zilte of zouttolerante landbouw. Tussen beide delen worden een opening gemaakt in de vorm van een Doorlaatduiker, zodat water tussen zuid en noord uitgewisseld kan worden, afhankelijk van de behoeftes van de teelten.

In deze Ontwerpnota wordt het object Doorlaatduiker, een onderdeel van het systeem Dubbele Dijk, op hoofdlijnen beschreven.



Figuur 1: 3D impressie Dubbele Dijk gebied

1.2 Doel van de ontwerpnota

Het ontwerp van het Dubbele Dijk gebied is een iteratief proces. Nadat vanuit het programma ED2050 het initiatief is genomen voor dit project, is door provincie Groningen een schetsontwerp opgesteld. Dit is met veel stakeholders besproken, wat tot de nodige onderzoeken, adviezen en aanpassingen heeft geleid.

Het project Dubbele Dijk kenmerkt zich door de volgende objecten.

Bestaande objecten:

- Buitenliggende en binnenliggende kering en pandscheidingsdijk nabij Hoogwatum (gerealiseerd als onderdeel van het project Ommelanderdiek)
- Dijkweg, de toegangsweg die langs de zeedijk loopt vanaf Eemshaven tot aan het buurtschap Nansum, met voorzieningen zoals vee roosters.
- Noordpand, het noordelijke deel van het tussengebied, grootte circa 27 hectare, begrensd door de buitenliggende en binnenliggende kering en de pandscheidingsdijk.
- Zuidpand, het zuidelijke deel van het tussengebied, grootte circa 14 hectare, ook begrensd door buitenliggende en binnenliggende kering en de pandscheidingsdijk. In het zuidelijk deel van het Zuidpand bevindt zich een Gronddepot.

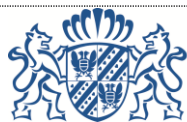
In aanbouw zijnde objecten:

- Getijdenduiker: Een duiker in de buitenliggende kering, bedoeld om water in en uit te laten zodat het waterpeil in het tussengebied het getij kan volgen. Deze duiker is voorzien van een dubbele schuifafsluiter om de maximale peilen in het tussengebied te beheersen en om de waterveiligheid te garanderen. De bodem aan weerszijden van de duiker wordt beschermd door een steenbestorting.

Nog te realiseren objecten:

- Aanpassingen aan de Dijkweg, zodat deze vanaf de zijde Eemshaven in gebruik genomen kan worden als toegangsweg voor werkverkeer. Ten zuiden van het Zuidpand is het niet toegestaan voor werkverkeer om de Dijkweg te gebruiken.
- Inrichting Noordpand: Het systeem van teeltgebieden, kades, sloten, lokale waterdoorlaten en gebouwen om de zilte teelt en aquacultuur te faciliteren.
- Inrichting Zuidpand: Watervoerende geul, slibvang gebieden en natuurvriendelijke oevers.
- Doorlaatduiker: Een duiker in de pandscheidingsdijk.

Deze Ontwerpnota beschrijft en onderbouwt het definitief ontwerp (DO) van de Doorlaatduiker.



1.3 Onderzoeken en adviezen doorlaatduiker

De volgende onderzoeken en adviezen zijn uitgevoerd voor of hebben een raakvlak met het object Doorlaatduiker:

Ref.	Titel	Opsteller	Datum
[1]	Notitie Waterhuishouding binnen Dubbele Dijkgebied, projectnummer: 370377	Sweco, Bert de Greeff	01-05-2020
[2]	Dubbele Dijk - Varianten noordelijk pand	Sweco, Bert de Greeff	16-12-2021
[3]	Dubbele Dijk - Onderbouwing waterstructuur noordelijk pand	Sweco, Bert de Greeff	18-10-2023
[4]	Dubbele Dijk - Sommen noordelijk pand 2023	Sweco, Bert de Greeff	09-10-2023
[5]	Mogelijkheden voor kokkelkweek en zeewierteelt in het tussengebied van de Dubbele Dijk	NIOZ, Meromar, Waddenwier - K. Philippart, K. Dethmers, A. Seinen, R.W. Nauta, R. Twijnstra	06-2018
[6]	85074-1 R94253 Geotechnisch onderzoek - Realiseren doorlaatduiker aan de Hoogwatum te Bierum	Wiertsema & Partners	08-02-2024
[7]	Niet gesprongen explosieven, Onderzoek Conflictperiode naar de mogelijke aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten uit de periode 1940-1945	KWS - OCE	27-05-2024
[8]	Archeologische Notitie Plangebied aanleg doorlaatduiker Dubbele Dijk bij Bierum, gemeente Eemsdelta Projectnummer: 51022927	Sweco, J.J. Hekman	16-02-2016
[9]	Ecologie - natuurtoets	Sweco * volgt nog	
[11]	Sobek animaties run 6, met en zonder aftoppen waterstand (video uitvoer, digitaal beschikbaar)	Sweco, Bert de Greeff	19-10-2023
[12]	Rapportage bemalingsadvies, Trillings-predictie & Risicobeschouwing primaire en secundaire waterkering Hoogwatum Documentnummer 6424-253449-R01 v1.2	Fugro	11-07-2024
[13]	Milieukundig onderzoek	MUG * volgt nog	

1.4 Berekeningen en tekeningen Doorlaatduiker

De volgende documenten zijn specifiek voor het ontwerp en de berekening van de Doorlaat:

- [21] DO-100332-BER-101: Project Dubbele Dijk, Onderdeel onderbouw Doorlaatduiker, Constructieve ontwerpberekening fundering en betonconstructie, Dimensionering bodembescherming, damwanden en kwelschermen, datum 24-04-2024, provincie Groningen - Jan Willem van Jaarsveld
- [22] Keuze Principe Afdichting v1.1, datum 11-12-2023, provincie Groningen - Harold Hukema
- [23] Berekeningen Doorlaatduiker Dubbele Dijk - Oject DU0941, Werktuigbouwkundig_v1, datum 03-06-2024, provincie Groningen - Harold Hukema.
- [24] Memo bouwfasering Doorlaatduiker v1.1, datum 08-07-2024, provincie Groningen - Jan Willem van Jaarsveld, Klaas Leinenga

- [31] DO-100332-1001, Dubbele Dijk, Doorlaatduiker, Overzicht, datum 01-05-2024, provincie Groningen
- [32] DO-100332-1002, Dubbele Dijk, Doorlaatduiker, Fundering en stalen damwanden, datum 01-05-2024, provincie Groningen
- [33] DO-100332-1003, Dubbele Dijk, Doorlaatduiker, Betonconstructie - Aanzichten, doorsneden en details, datum 01-05-2024, provincie Groningen

- [40] DO-100332-1004, Dubbele Dijk, Doorlaatduiker kadastrale ligging, datum 03-05-2024, provincie Groningen
- [41] B-100322-010, Object DU0941, Doorlaatduiker, Grondwerk Overzicht, datum 05-07-2024, provincie Groningen
- [42] B-100322-011, Object DU0941, Doorlaatduiker, Grondwerk Lengteprofielen, datum 05-07-2024, provincie Groningen
- [43] B-100322-012, Object DU0941, Doorlaatduiker, Grondwerk Doorsneden, datum 05-07-2024, provincie Groningen
- [44] B-100322-013, Object DU0941, Doorlaatduiker, Grondwerk Bouwkuip, datum 03-07-2024, provincie Groningen

- [50] 2024-21-W001 blad 1, Object DU0941, Schuiveninstallatie met bewegingswerken, datum 04-07-2024, provincie Groningen
- [51] 2024-21-W001 blad 2, Object DU0941, Schuiveninstallatie met bewegingswerken, datum 04-07-2024, provincie Groningen
- [52] 2024-21-W002, Object DU0941, Aandrijving schuiven met kabels en kabelschuiven, datum 04-07-2024, provincie Groningen
- [53] 2024-21-W004, Object DU0941, 3D views Doorlaatduiker en schuiveninstallatie, datum 01-05-2024, provincie Groningen
- [54] 2024-21-W005, Object DU0941, Waterniveaumetingen - Opstelplaatsen en bereikbaarheid, datum 04-07-2024, provincie Groningen
- [55] 2024-21-W006, Schotbalken, datum 03-06-2024, provincie Groningen

1.5 Normen & richtlijnen

De volgende normen en richtlijnen zijn op deze berekening van toepassing (versies augustus 2021, incl. alle NB's, tenzij anders vermeld):

NEN-EN 1990:	Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp
NEN-EN 1991:	Eurocode 1: Belastingen op constructies
NEN-EN 1992-1-1: 2020	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-1, algemene regels en regels voor gebouwen.
NEN 9997-1: 2017	Geotechnisch ontwerp van constructies- Deel 1: Algemene regels
WBI 2017:	Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium, inclusief bijbehorende bijlagen en handleidingen, met name de "Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 - Bijlage III Sterkte en veiligheid", Ministerie van Infrastructuur en Milieu
WOWK	Werkwijzer Ontwerpen Waterkerende Kunstwerken – Ontwerpverificaties voor de hoogwatersituatie, Groene versie 2018, Rijkswaterstaat
TAW	Leidraad Kunstwerken 2003 (ter informatie, belastingen gebruik)
COB	Handboek Tunnelbouw 2019.1 (ter informatie, detaillering dilataties)
Rijkswaterstaat	ROK 1.4 (ter informatie, belastingen temperatuur)
CUR 166	Handboek Damwandconstructies

Bovenstaande lijst is een niet uitputtende selectie van de gebruikte normen & richtlijnen.

1.6 Materialen

Funderingspalen	Voorgespannen beton, C45/55 o.g. Voorzien van wapening B500B en voorspanning FeP 1860
Duiker m.u.v. tussenvloer en dak	In situ beton, C35/45, CEM III/b Voorzien van wapening B500B
Tussenvloer en dak	In situ beton, C45/55, CEM III/b Voorzien van wapening B500B
Dilatatievoegen	SBR Rubber voegprofielen conform NEN 7030 en nadere bepalingen volgens ROK 1.4 par. 13.12
In te storten onderdelen	Diverse materialen en kwaliteiten conform ontwerp W+E, betreft o.a. RVS voor staalconstructies, HDPE voor buizen
Ankers	Lijmankers kwaliteit RVS [ntb] en thermisch verzinkt staal [ntb]

1.7 Veiligheidsklasse en referentieperiode

De Doorlaatduiker is geen onderdeel van de primaire kering.
Wel dient er tijdens ontwerp en uitvoering rekening gehouden te worden met de veiligheid van de primaire kering. Zie verder par. 1.11.

Met deze randvoorwaarden, kan voor de Doorlaatduiker gekozen worden voor een gebruikelijk veiligheidsniveau voor de aard en omvang van het bouwwerk.
Gekozen is voor gevolgklasse 2 volgens Eurocode.

Toelichting: bij bezwijken van het bouwwerk zijn er geringe gevolgen voorzien ten aanzien van het verlies van mensenlevens, of kleine economische gevolgen. De doorlaatduiker zou daarom geplaatst kunnen worden in gevolgklasse 1. Echter gezien de bijzondere aard van het bouwwerk, de relatief grote omvang en de moeilijke bereikbaarheid, wordt een robuust ontwerp nodig geacht en is dus gekozen voor klasse 2.

De ontwerplevensduur dient 50 jaar te bedragen.

1.8 Grondonderzoek

Het grondonderzoek is uitgevoerd door Wiertsema & Partners, zie ref [6].
Het grondonderzoek bestaat uit 5 sonderingen vanaf maaiveld, tot een diepte tussen -27 en -30 m NAP.

1.9 Uitgangspunten voor het ontwerp

De benodigde levensduur voor de Dubbele Dijk bedraagt 25 jaar.
Omdat de beton normen hier niet in voorzien, wordt voor betonnen onderdelen uitgegaan van 50 jaar levensduur. Hiermee wordt tevens de mogelijkheid opengehouden om de constructie langer in gebruik te houden, als aan het einde van de pachtperiode besloten wordt om langer door te gaan met de Pilot Dubbele Dijk.

De aan te houden milieuklassen en dekking voor de funderingspalen dienen in het UO nader uitgewerkt te worden. Voor de overige betonnen onderdelen geldt, zie onderbouwing in constructieberekening ref [21]:

Milieuklasse XC4, XS3, XF4 en XA1;

Constructieklasse S3;

Dekking $c_{nom} = 45$ mm voor bekiste en 50 mm voor onbekiste oppervlakken.

Voor de tussenvloer en het dek wordt van een kleinere dekking uitgegaan, dit is gedaan vanwege de ruimtelijke voorschriften waarin bepaald is dat de hoogte van het bouwwerk niet hoger mag zijn dan 4,00 m + NAP. Met de combinatie hoge betonsterkte en minder dekking, worden een relatief slanke tussenvloer en dek van het bediengebouw gerealiseerd.

1.10 Uitgangspunten en bijzonderheden voor uitvoering

De Doorlaatduiker wordt uitgevoerd als een in het werk gestorte betonconstructie. De duiker wordt op prefab betonpalen gefundeerd. De onderzijde vloer ligt slechts iets dieper dan het oorspronkelijke maaiveld en grondwaterstand. Daarom wordt er vooralsnog vanuit gegaan dat de werkzaamheden in een bouwput, bestaande uit open ontgraving met oppervlakte bemaling worden uitgevoerd.

De bouwput wordt aan de noordzijde afgesloten met een tijdelijk grondplateau, wat niet alleen de toestroom van oppervlaktewater tegenhoudt maar ook ruimte biedt voor het opstellen van bouwketen en de opslag van materiaal en materieel. Aan de zuidzijde wordt de bouwput afgesloten met een grond dam, welke ook ingericht wordt als tijdelijk pad om het strandje bereikbaar te houden voor voetgangers.

Naast de gebruikelijke zorgvuldigheid die nodig is voor de voorbereiding en uitvoering van de werkzaamheden, is er in het bijzonder aandacht nodig voor het raakvlak met de aanwezige primaire kering. De waterveiligheid dient te allen tijde gegarandeerd te zijn. Hiervoor dienen de nodige maatregelen te worden genomen.

Twee voorbeelden van deze maatregelen:

- De binnenberm taluds van de dijken (zowel de zeedijk als de achterliggende dijk) mogen niet steiler gemaakt worden. In het DTM-model is daarom de maximale omtrek van het ontgravingsvlak bepaald, zodanig dat de taludhellingen de onderzijde van de bouwput raken. Door te zorgen dat ontgravingen voor de duiker en bodembescherming niet buiten dit vlak steken, blijft de stabiliteit van de dijken gewaarborgd.
- Als gevolg van de ontgravingen komt de zandkern van de tussendijk die raakt aan de zandkern van aangrenzende dijken aan de oppervlakte te liggen. Deze wordt tijdens de uitvoering afgedekt met een kleilaag zodat geen erosie door uitspoeling en wind kan optreden.

Tijdens ontwerp en uitvoering zal voor elk onderdeel getoetst worden op mogelijk negatieve effecten voor de primaire kering en omwonenden, en de nodige maatregelen om deze effecten te voorkomen. De toetsing voor de ontwerpfase is uitgevoerd door Fugro zie ref [12].

Ontwerp, uitvoering en planning van de Doorlaatduiker is een multidisciplinaire inspanning, waarbij samenwerking tussen de ontwerpteams en aannemers civiel en W+E benodigd is.

In de DO berekening is ervan uitgegaan dat de Doorlaatduiker in het werk gestort wordt, alleen voor heipalen wordt prefab gebruikt. Voordelen van in situ ten opzichte van prefab zijn:

- Eenvoudiger koppelen van de vloer aan de funderingspalen;
- Eenvoudiger opnemen van de grond- en waterkerende voegprofielen;
- Inzet van relatief licht hijsmaterieel doordat materialen ter plaatse worden verwerkt;
- Flexibiliteit bij onverwachte afwijkingen;
- In situ beton is doorgaans goedkoper.

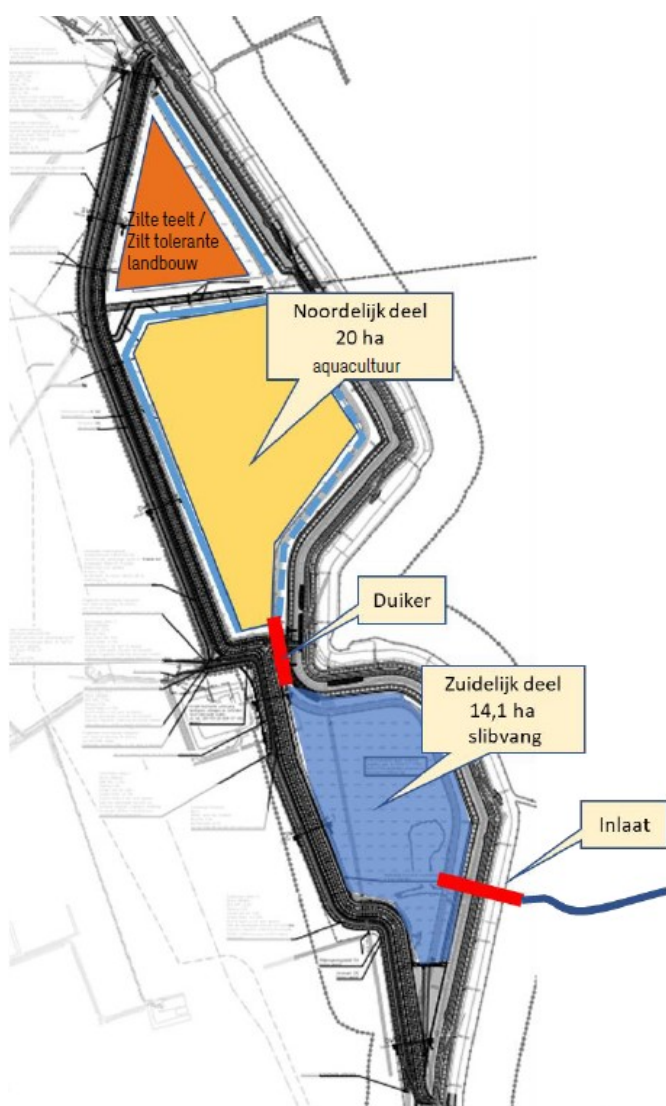
De inschatting is dat deze voordelen ruimschoots opwegen tegen de iets snellere bouwtijd bij werken in prefabbeton.

2 Beschrijving van het systeem Noordelijk pand

2.1 Overzicht van het systeem

Voor een beschrijving van het gehele systeem Dubbele Dijk zie ref [1].

Het Zuidpand en het Noordpand worden door een pandscheidingsdijk van elkaar gescheiden. In de pandscheidingsdijk is de Doorlaatduiker opgenomen (in het plaatje hieronder "Duiker" genoemd).



Figuur 2: Indeling Dubbele Dijk gebied

De Doorlaatduiker verzorgt de watertoevoer en -afvoer van het Noordpand, hierdoor ontstaat in het noordelijk deel (geel gemarkeerde in figuur 2) een gereguleerde (sterk gedempte) getijdenwerking.

De gereguleerde getijdenwerking is nodig om aan te sluiten op de behoeften voor het pilotgebied kweek en zilte teelt: Enerzijds voldoende verversing, anderzijds omstandigheden waarmee goed gewerkt kan worden in de kweekbakken.

Het oranje gemarkeerde gebied wat voor zilte teelt is bestemd, is gescheiden door een lagere dijk en is losgekoppeld van de dagelijkse getijdenwerking.

De waterhuishouding in het systeem Dubbele Dijk is verkend in de Sweco notities:

- Ref [1]: Notitie Waterhuishouding binnen Dubbele Dijkgebied, en
- Ref [2]: Dubbele Dijk - Varianten noordelijk pand

De dimensionering van de Doorlaatduiker en de ringsloot is verder uitgewerkt in:

- Ref [3]: Dubbele Dijk - Onderbouwing waterstructuur noordelijk pand, en
- Ref [4]: Dubbele Dijk - Sommen noordelijk pand 2023

Als basis voor de dimensionering van het systeem is gebruik gemaakt van het rapport Ref [2]. Uit deze rapportage blijkt dat de verschillende teelten ook verschillende randvoorwaarden hebben. Deze lopen zover uiteen dat het niet mogelijk is om alle teelten in hetzelfde bassin te combineren.

Als voorbeeld de verversingsbehoefte en maximaal slibgehalte voor zeewier en kokkels. Bij zeewier teelt is het gewenst om altijd een minimale laag water van 70 centimeter in het bassin te laten met een verversingsgraad van minimaal 5% en weinig slib. Voor kokkelkweek wordt uitgegaan van een maximale verswater behoefte met 100% verversingsgraad, daarbij is droogvallen bij eb gunstig. Kokkels zijn niet gevoelig voor variatie in slibgehalte.

Het ontwerp van de waterstructuur in het Noordpand is uitgegaan van de eisen voor zeewier en garnalen, hiervoor is het goed mogelijk om de randvoorwaarden te combineren. De kokkelkweek is vanwege de afwijkende randvoorwaarden niet meegenomen in het Noordpand. Het lijkt wel mogelijk om de kokkelkweek in het Zuidpand te positioneren, maar dit valt buiten de scope van deze Ontwerpnota.

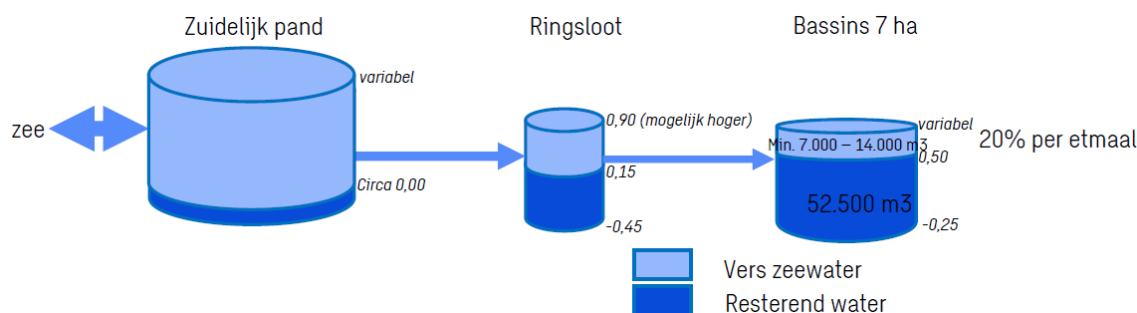
In het Definitief Ontwerp zijn de aanbevelingen uit document Ref [3] geheel overgenomen. Dit is een nadere uitwerking van variant 3 uit Ref [2]. De uitgangspunten zijn daarbij op hoofdlijnen:

- Noordpand bevat circa 20 hectare voor aquacultuur ten zuiden van VKA-leiding (gele gebied in figuur 2);
- Het Noordpand ten noorden van VKA-leiding is ingericht voor zilte kweek en teelt, dit is niet hydrologisch verbonden met het deel ten zuiden van de VKA;
- Door gebruik te maken van een ringsloot met gescheiden aan- en afvoer van en naar het Zuidpand, wordt voorkomen dat er zones zonder verversing ontstaan;
- De ringsloot krijgt een lengte van circa 1850 meter en een breedte vlakke bodem van 14 meter;
- Stroomsnelheid in de ringsloot indicatief maximaal 0,30 m/s zodat opwervelen van slib wordt voorkomen;
- De Doorlaatduiker krijgt een gescheiden instroom- en uitstroom koker;
- Afmetingen van de instroomkoker en uitstroomkoker zijn gelijk: Inwendige afmeting 3,00 m breed x 1,50 m hoog, b.o.k. hoogte -0,45 m NAP;
- Instroom en uitstroom kokers worden gereguleerd met schuiven;
- In elke getijdenslag varieert het waterpeil Ringsloot tussen NAP +0.15 en +0.90 m. Het waterpeil in de bassins varieert tussen NAP + 0,50 en NAP + 0,90 m. Dit is 25% van het totale watervolume van het Noordpand. De waterdiepte in de bassins kan dan variëren tussen 0,75 en 1,15 meter (de gebruikers kunnen hier naar behoefte zelf in sturen).

2.2 Werking systeem Doorlaatduiker

De werking van het systeem Dubbele Dijk inclusief de Doorlaatduiker is onderbouwd in ref [3]. In dit document is de waterstructuur beschreven en onderbouwd met Sobek simulaties.

Onderstaande figuur toont schematisch de werking van het systeem. Hierna wordt de vul- en ledigingscyclus van het systeem kort beschreven, met alle peilmaten weergegeven in meters ten opzichte van NAP.



Figuur 3: Systeem waterstructuur Dubbele Dijk gebied

De schuiven in de Getijdenduiker (tussen zuidelijk pand en zee) staan altijd open, behalve bij situatie waarbij de waterstand in het zuidpand oploopt tot +1,50 of bij een naderende extreem hoogwater situatie.

De schuiven in de Doorlaatduiker dienen voor regulering van de instroom en uitstroom en worden per getijdeslag automatisch bediend (peil gereguleerd).

Bij eb wordt het water uitgelaten uit ringsloot en bassins, tot in de bassins een niveau van +0,50 m wordt bereikt. In de ringsloot wordt het peil verder verlaagd tot +0,15 m. Hiervoor wordt de schuif in de uitstroomkoker zolang als nodig is geopend. Zodra het gewenste peil in de ringsloot is bereikt sluit de uitstroomschuif.

De verlaging in het zuidelijk pand is afhankelijk van de getijdewerking, deze zal doorgaans variëren tussen -0,05 en +0,10 m.

Bij vloed vult het zuidelijk pand zich weer, de waterhoogte in het zuidelijk pand varieert daarbij van minimaal circa 0,70 (doodtij situatie, geschatte waarde op basis van Rijkswaterstaat meetreeks) tot maximaal 1,50. Als de waterstand in het zuidelijk pand oploopt boven +0,15 wordt de schuif in de instroomkoker geopend. Het peil in de ringsloot loopt op, boven +0,50 worden de bassins mee gevuld als de gebruiker hiervoor kiest. Als het peil in de ringsloot het benodigde niveau heeft bereikt, wordt de schuif instroom gesloten.

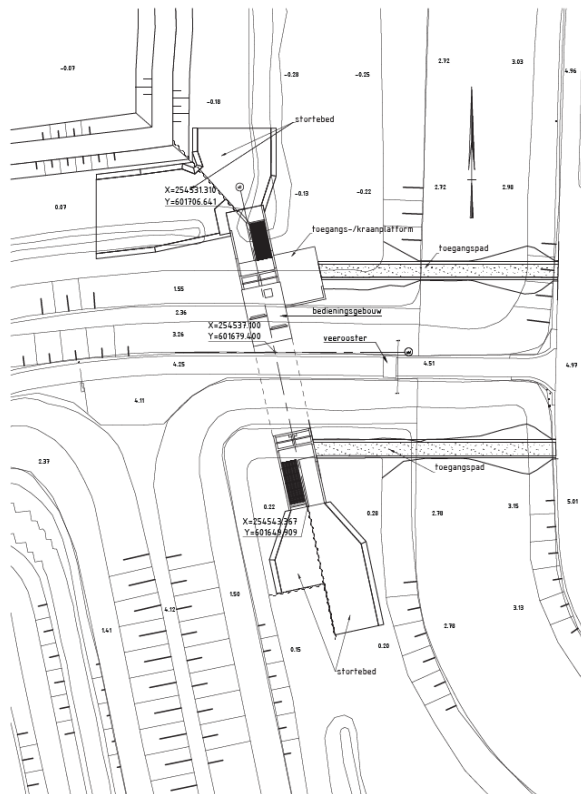
Het benodigde niveau in de ringsloot is nog niet bekend, dit moet door monitoring van het systeem vastgesteld worden. Afhankelijk van de optredende vertraging bij het instromen in de bassins, kan het nodig zijn om het peil in de ringsloot iets hoger op te laten lopen dan het hoge peil +0,90 danwel de instroom schuif langer open te houden.

Gebruikers dienen het benodigde verswater direct bij het vullen van de ringsloot in te nemen; wordt dit later ingenomen dan staat de instroom schuif al dicht en zal het peil in de ringsloot dalen beneden +0,90. Vanwege verhoogde slijtage is het niet wenselijk de schuif vaker dan nodig te openen en te sluiten.

In de berekening voor de aandrijfconstructie wordt er rekening mee gehouden dat per getijdenslag, elke schuif eenmaal geopend en gesloten wordt, dit komt bij benadering overeen met 2x openen en 2x sluiten per dag.

2.3 Ruimtelijk ontwerp Doorlaatduiker

De watertoevoer en afvoer van het Noordelijk pand wordt gereguleerd door de Doorlaatduiker, dezer is zoveel mogelijk opgenomen in de pandscheidingsdijk.



Voor de locatie Doorlaatduiker zijn regels vastgesteld in het document Inpassingsplan - Dubbele Dijk, d.d. 18 november 2020. Benoemde bestemmingen hierin zijn "Agrarisch met waarden" en "Waterstaat - Waterkering". Voor beide bestemmingen geldt een maximale hoogte voor gebouwen en bouwwerken van 4,00 meter boven maaiveld, tenzij het maaiveld hoger ligt dan 0,00 m + NAP in dat geval geldt een maximale hoogte van +4,00 m NAP.

Het maaiveld aan weerszijden naast het bedieningsgebouw bedraagt:

- Talud oostzijde duiker: aflopend van +4,25 naar +1,50 m NAP
- Toegangsplatform oostzijde: aflopend van +1,50 naar +1,37 m NAP;
- Talud westzijde: aflopend van +4,25 tot +1,55 m NAP

Het maaiveld ligt overal hoger dan +0,00 m NAP, de bouwhoogte van de Doorlaatduiker mag daarom maximaal +4,00 m NAP bedragen.

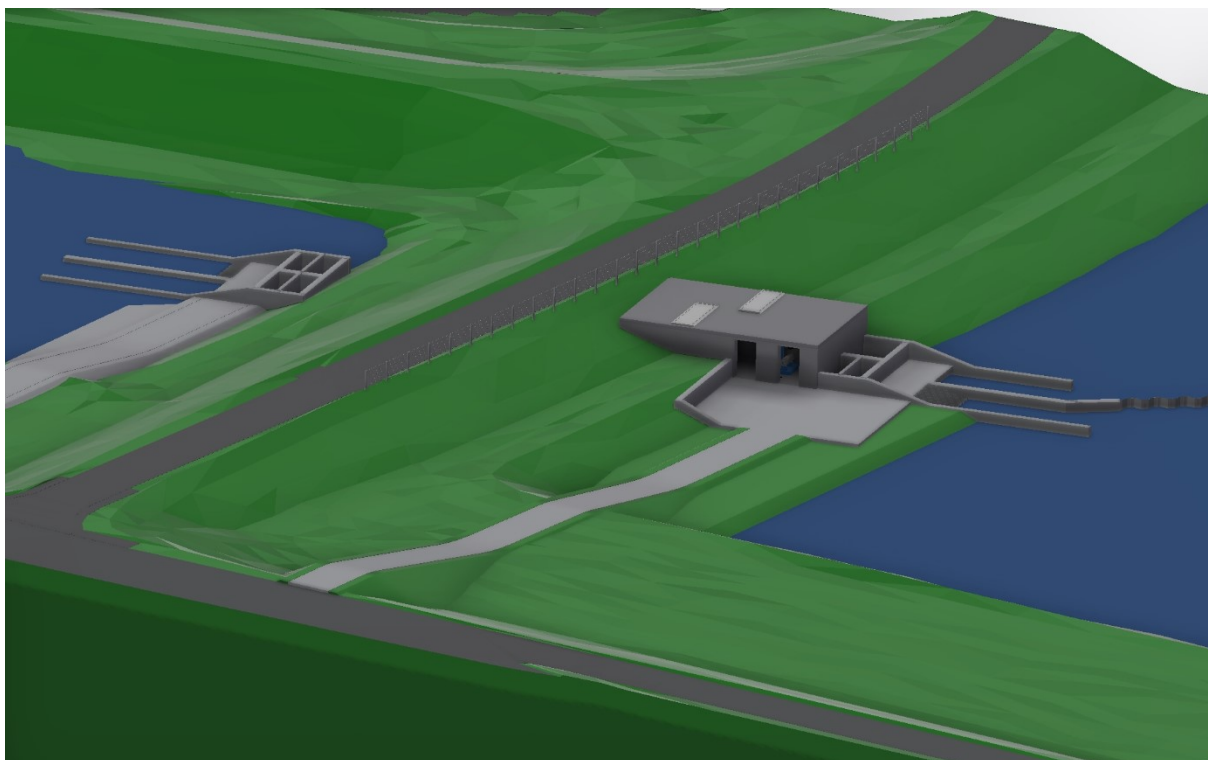
Figuur 4: Situatie Doorlaatduiker met bodembescherming

De Doorlaatduiker ligt in de pandscheidingsdijk. Tijdens aanleg wordt de pandscheidingsdijk tijdelijk ontgraven, na het aanbrengen van de ruwbouw wordt de pandscheidingsdijk hersteld en wordt de bodembescherming aangebracht. Het profiel van de pandscheidingsdijk wordt conform de huidige situatie hersteld, met dezelfde grondlagen, talud hellingen, begroeiing, wegverharding en afrasteringen en hekwerken. Daarbij is naar verwachting een kleine (nader te bepalen) overhoogte nodig om restzettingen op te vangen.

Alleen voor de toegankelijkheid van de Doorlaatduiker worden enkele wijzigingen aangebracht aan de pandscheidingsdijk:

- Toegangspaden in asfaltverharding, om toegang door vrachtwagen en tractor mogelijk te maken, aan noord- en zuidzijde van de dijk. Gedurende het eerste jaar na aanleg van de Doorlaatduiker de toegangspaden in tijdelijke constructie. Na wachttijd van 1 jaar wordt verwacht dat de restzettingen van de pandscheidingsdijk voldoende klein zijn, zodat dan de definitieve verharding kan worden aangebracht;
- Onderhoudsplatform aan de oostzijde naast het bedieningsgebouw;
- Talud tussen kruin en onderhoudsplatform marginaal steiler uitvoeren.

Het resultaat van het ruimtelijk ontwerp volgens de regels van het bestemmingsplan, is een Doorlaatduiker die voor het grootste gedeelte is opgenomen in de pandscheidingsdijk. Doordat de bouwhoogte lager is dan de kruin van de dijk, zijn ook de zichtbare elementen onopvallend en wordt het zicht over de dijk niet verstoord. Zie ook de 3d impressie figuur 5.



Figuur 5: 3D impressie ligging doorlaatduiker in pandscheidingsdijk

2.4 W+E ontwerp Doorlaatduiker

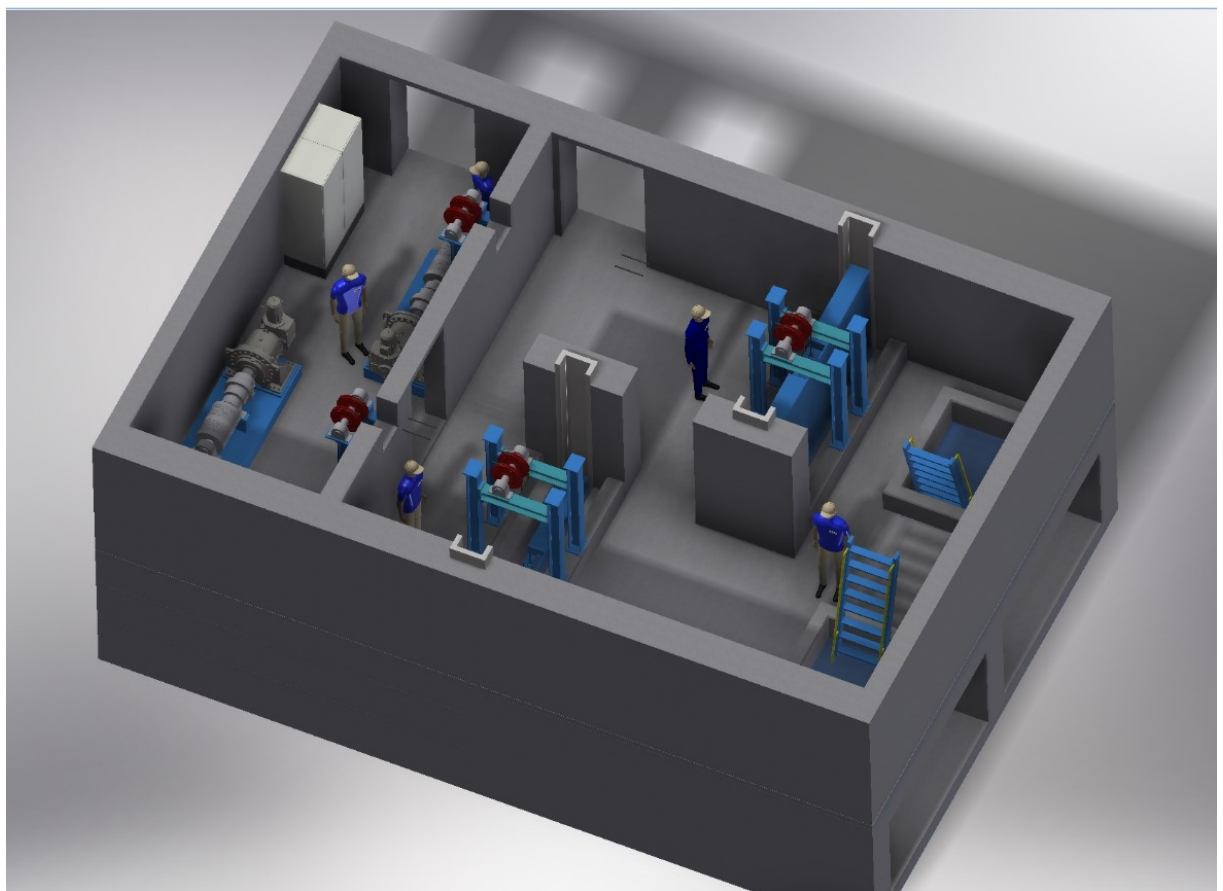
De W+E installatie van de Doorlaatduiker is ontworpen in Inventor zie ref [50] t/m [55] en bijbehorende berekening ref [23].

Voor de schuiven van de Doorlaatduiker is een varianten onderzoek uitgevoerd wat is besproken met B&O, zie ref [22]. Hierin is gekeken naar verschillende mogelijke principe oplossingen als roldeuren, toldeuren, puntdeuren, schuif-/hefdeuren, klepdeuren en overheaddeuren.

Er is een aantal criteria benoemd waaraan de mogelijke oplossingen getoetst zijn zoals:

- Kan worden voldaan aan maximale bouwhoogte;
- Zijn er bewegende delen onder water;
- Is een goede tweezijdige waterkering mogelijk;
- Is de kering gevoelig voor vervuiling;
- Is de kering goed te bewegen en te regelen;
- Is de kering goed te onderhouden, repareren en te vervangen;
- Zijn de doorlaatkanalen goed en veilig te bereiken.

Op basis van deze criteria is gekozen voor verticaal beweegbare schuiven, die door een lierwerk worden aangedreven. De verticaal beweegbare schuiven worden uitgevoerd als staalconstructie. De schuiven worden opgenomen in RVS sponningen in de betonwanden. Om de glijweerstand te beperken en schade te voorkomen worden de schuiven voorzien van UHMWPE geleidestrips. Figuur 6 geeft een opengewerkte 3D impressie van het bedieningsgebouw weer met de belangrijkste W+E voorzieningen. Let op de weergave is bedoeld als impressie, niet alle onderdelen zijn weergegeven.



Figuur 6: 3D impressie bedieningsgebouw



De lierwerk aandrijving is elektromechanisch. De instroom- en uitstroomschuiven hebben elk hun eigen bewegingswerk. Dit bestaat uit een planetaire tandwielkast met elektromotor gekoppeld aan een kabeltrommel. Deze drijft twee kabels rond 19 mm aan. Door gebruik te maken van twee kabels per schuif, is het mogelijk om de kabelschijven in een kleinere diameter uit te voeren.

De kabels worden ontworpen op sterkte en vermoeiing. Om vermoeiingsschade te kunnen zien (inspecteerbaarheid) wordt gebruik gemaakt van niet-draaivrije kabels. De kabels worden ontworpen op een levensduur van 15 tot 20 jaar met 4 op- en neer bewegingen per dag.

De elektra- en besturingskasten, aandrijvingen en trommels staan in de "droge" technische ruimte. Deze is met een tussenmuur en een waterdichte deur gescheiden van de "natte" schuivenruimte. In het geval de Getijdenduiker niet op tijd sluit, of door harde wind het water opgestuwd wordt richting de Doorlaatduiker, kan het voorkomen dat de waterstand enkele decimeters hoger oploopt dan + 1,50. Om de elektrische componenten in deze situatie watervrij te houden, zijn twee maatregelen genomen. Als eerste het toepassen van betonranden van 0,35 m hoog rondom de schuiven en de toegangsluiken naar de doorlaatkanalen. Daarnaast wordt er een de waterdichte deur toegepast tussen de technische ruimte en de schuivenruimte.

In een zeer uitzonderlijke situatie, bij extreem hoogwater in combinatie met golfoverslag over de zeedijk, heeft het noordelijke pand de functie van komberging. Hierbij kan de waterstand in theorie oplopen tot +4,00 m NAP waarbij ook de technische ruimte vol loopt. Hierbij zal de besturing en bediening van de Doorlaatduiker niet meer functioneren. Deze situatie wordt zo uitzonderlijk geacht, dat deze geaccepteerd wordt. Daarbij heeft het niet-functioneren geen gevolgen voor de waterveiligheid. In het Bedienprotocol zal verder worden uitgewerkt welke maatregelen in deze situatie getroffen worden om zoveel mogelijk schade te voorkomen.

Het ontwerp van de doorlaatduiker is op 23 april 2024 beoordeeld door Sjonnie ten Bos (MVK) en Natalie Koning (HVK), de vragen en opmerkingen zijn waar mogelijk meegenomen in het ontwerp.

2.5 Constructief ontwerp Doorlaatduiker

De Doorlaatduiker is berekend in ref [21].

In deze paragraaf wordt een beknopte samenvatting van de gehanteerde belastingen, de berekeningswijze en de resultaten gegeven.

De in rekening gebrachte belastingen zijn:

BG1 (LG1):	Eigen gewicht
BG2 (LG1):	Gronddruk dijklichaam
BG3 (LG2):	Waterdruk gebruik MHW
BG4 (LG2):	Waterdruk droogzetten MHW
BG6 (LG3):	Gronddruk verkeer dijk noord
BG7 (LG3):	Gronddruk verkeer dijk zuid
BG8 (LG3):	Gronddruk onderhoud west
BG9 (LG3):	Gronddruk onderhoud oost
BG10 (LG4):	Variabele belasting platform (grofvuilrooster) - <i>moten 1 en 3</i> Belasting vloeren oost - <i>moot 2</i>
BG11 (LG4):	Belasting vloeren west - <i>moot 2</i>
BG12 (LG5):	Temperatuur zomer
BG13 (LG5):	Temperatuur winter
BG14 (LG6):	Waterdruk extreem 4,00+
BG15 (LG6):	IJsdruk symmetrisch
BG16 (LG6):	IJsdruk west
BG17 (LG6):	IJsdruk oost

Aangehouden partiële factoren (belastingsfactoren):

De partiële factoren zijn conform ROK 1.4 par. 4.2 tabel 4-1 (toepassing voor tunnels, gevolgklasse 2). Zie verder het berekeningsdocument.

Modellering:

De verschillende moten van de Doorlaatduiker zijn doorgerekend met het programma SCIA Engineer v.19.0. De ingevoerde geometrie bestaat uit funderingspalen en 2d elementen. De toegepaste materialen zijn:

- Beton C35/45 (ongescheurd) voor de voorgespannen funderingspalen.
- Beton C35/45 (gescheurd) voor de 2d elementen behalve tussenvloer en dak van het bedieningsgebouw moot 2, hiervoor is C45/55 toegepast.

Er is uitgegaan van gescheurd beton met een geschatte E-modulus van 14000 N/mm².

De paalfundering wordt voorzien van verticale veren bij de paalpunt en van horizontale bedding langs de schacht van de funderingspalen.

Als veerwaarden voor de paalpunten is 150 MN/m ingevoerd.

De horizontale bedding is vereenvoudigd bepaald, door de kenmerken van de sonderingen samen te voegen tot een standaard laagopbouw:

- Slappe klei $q_c = 0.50$ MPa, vanaf -1.00 m NAP tot -13.50 m NAP
Dit resulteert volgens de methode Menard in:
 k_h van 5.3 MN/m³ en een K_h van 1.86 MN/m²
- Zand $q_c = 17.5$ MPa, vanaf -13.50 m NAP
- Geeft $k_h = 97$ MN/m³ en $K_h = 33.9$ MN/m²

De waarden zijn afgerond tot 1.8 MN/m² voor de bedding tussen -1 en -13.5 m op de paal, en 34 MN/m² vanaf -13.50 tot -20,00 / -23,00 m.

Berekeningsresultaten:

Alle moten zijn gefundeerd op te lood staande prefab funderingspalen vierkant 350.

Moten 1 en 2 zijn gefundeerd op - 23,00 m NAP, moot 3 op -20,00 m NAP.

De dimensies van de betonnen onderdelen zijn:

- Vloer dikte 400 mm
- Buitenwanden dikte 350 mm (zijwanden) en 300 mm (kopwanden)
- Tussenwand dikte 500 mm
- Dek dikte 400 mm
- Tussenvloer variabel 200-250 mm
- Dak bedieningsgebouw 200 mm
- Dekken van de vuilplatforms 350 mm

Het totaal van de verschilvervormingen tussen de moten in x-, y - en z-richting bedraagt 20,1 mm, hierbij is niet gekeken of de vervormingen wel tegelijkertijd kunnen optreden. De genoemde waarde is een conservatieve bovengrens.

Dit valt ruimschoots binnen de toelaatbare waarden voor het voegprofiel Schrumpf FM350 om waterdicht te functioneren bij de gegeven waterdrukken.

Nog uit te voeren berekeningen in het UO:

In het DO is de constructieve haalbaarheid van de betonconstructie en fundering aangetoond.

In het UO dient dit nader gedetailleerd te worden. Ook dient in het UO nader gekeken te worden naar lokale pieken in momenten, dwarskrachten en pons.

2.6 Veiligheidsfilosofie Doorlaatduiker

De Doorlaatduiker is geen onderdeel van de primaire waterkering.

Wel dient aangetoond te worden dat er ten gevolge van de Doorlaatduiker en de realisatie hiervan geen negatieve effecten optreden in de primaire kering. Ook dient er in de bediening rekening gehouden te worden met de uitzonderlijke situatie, waarin het noordelijk en zuidelijk binnengebied als komberging worden gebruikt. In de onderstaande sub paragrafen wordt de waterveiligheid behandeld aan de hand van de beoordelingsregels van het Waterschap Noorderzijlvest. Dit zijn:

- Beoordelingsregel a: De zorgplicht wordt niet geschonden. (Tijdens voorbereiding en uitvoering is er regelmatig afstemming met het waterschap, hier wordt niet nader op ingegaan in deze Ontwerpnota)
- Beoordelingsregel b: Het waterkerende vermogen van de waterkering wordt niet in gevaar gebracht, waartoe beoordeeld worden: de effecten van de activiteit op de macrostabiliteit, de erosiebestendigheid, piping en andere relevante faalmechanismen;
- Beoordelingsregel c: Er zijn ontstaan geen buitenproportionele meerkosten voor het waterschap. (Hier is geen sprake van, de kosten voor het waterschap beperken zich tot inzet van personeel voor overleg en locatie bezoek).
- Beoordelingsregel d: Beoordeling van het kunstwerk volgens WBI 2017;
- Beoordelingsregel e: Het ontwerp voldoet aan het gestelde in de Leidraad Kunstwerken (TAW, 2003).
- Beoordelingsregel f: Als de activiteit plaatsvindt in de periode van 1 oktober tot 1 april, kan het werkterrein binnen een acceptabele termijn in stormbestendige staat worden gebracht.

2.6.1 Invloed van de uitvoering op waterveiligheid

In de bouwsituatie wordt gebruik gemaakt van een open ontgraving met horizontale bemaling. Beoordelingsregel d en e zijn niet van toepassing voor de bouwfase. De waterveiligheid wordt aangetoond door toets volgens regels b en f:

- Beoordelingsregel b: De bouwput dient geen negatieve invloed te hebben op macrostabiliteit, erosiebestendigheid, piping en andere relevante faalmechanismen. Activiteiten die mogelijk invloed hebben zijn het ontgraven van de bouwput, het bemalen van de bouwput en het inbrengen van funderingspalen en damwanden. Vanwege de gehanteerde flauwe taluds en de ervaringen met heiwerk bij de Getijdenduiker, hebben deze activiteiten geen negatieve invloed, mits de randvoorwaarden voor beheerste uitvoering worden opgevolgd. Het gaat met name om niet werken bij hoogwater (buitenwaterstand hoger dan +3,00 m NAP) en monitoring van de zeedijk met trillingsmeter, inclinometer en een rij perkoenpalen. De achterliggende kering dient gemonitord te worden met een trillingsmeter; een en ander volgens Fugro rapportage ref [12];
- Beoordelingsregel f: De activiteit vindt gedeeltelijk plaats in de periode van 1 oktober tot 1 april. Het werkterrein moet binnen een acceptabele termijn in stormbestendige staat worden gebracht. Er zijn enkele risico's benoemd ten gevolge van de aanleg van de Doorlaatduiker, deze overlappen deels met beoordelingsregel b. Een aanvullend risico is opbarsten van de bouwput in extreem hoogwater situaties. Ook dit risico wordt onderzocht in ref [12].

2.6.2 Invloed van het bouwwerk op waterveiligheid

Voor de waterveiligheid van de Doorlaatduiker in de eindsituatie is regel f niet van toepassing. De volgende regels zijn beschouwd:

- Beoordelingsregel b: Het bouwwerk heeft in de definitieve situatie geen invloed op macrostabiliteit en erosiebestendigheid. Wel is er vanwege de fundering op palen en zakkende omringende grond, een risico op piping. Dit risico wordt beheerst door het toepassen van kwelschermen, deze zijn ontworpen in ref [21].
- Beoordelingsregel d: Beoordeling van het kunstwerk volgens WBI 2017 (betrouwbaarheid sluiten, kerende hoogte, sterkte en stabiliteit) is niet relevant. Het bouwwerk Doorlaatduiker heeft geen directe invloed op de waterveiligheid. Uitzondering is het faalmechanisme Piping, zie beschrijving bij beoordelingsregel b.



- Beoordelingsregel e: Het ontwerp voldoet aan het gestelde in de Leidraad Kunstwerken (TAW, 2003): deze regel is niet relevant, er is geen sprake van een waterkerend kunstwerk danwel een constructie in de primaire kering. De Doorlaatduiker bevindt zich in het achterland van de primaire kering. De sterkte van de Doorlaatduiker is veel hoger dan de sterkte van de grondlagen van het achterland, waarmee er geen negatieve invloed is op de primaire kering. Wel is er voor het bepalen van de verschillende belastingen gebruik gemaakt van de TAW 2003.

2.6.3 Invloed van de bediening op waterveiligheid

In een extreem hoogwater situatie met wateroverslag worden het noordelijk en zuidelijk binnengebied ingezet als komberging. In deze situatie is er sprake van golfoverslag over de primaire zeedijk, het waterniveau in de binnengebieden kan oplopen tot maximaal 3,5 m + NAP. De achterliggende kering heeft een kruinhoogte van 4,0 m + NAP, de kruinhoogte van de pandscheidingsdijk bedraagt circa 4,25 m + NAP.

De Doorlaatduiker wordt in deze situatie preventief opengezet door een medewerker van de onderhoudsdienst. De hoge waterstand dringt in deze situatie door tot in de technische ruimte. Er wordt vanuit gegaan dat door het water de elektrische besturing niet meer functioneert. Omdat de schuiven preventief open staan kan overtollig water, na afloop van de komberging periode, naar zee afgevoerd worden via de Getijdenduiker. Hierna wordt de (elektrische) apparatuur hersteld zodat het noordelijk binnengebied weer functioneert voor de telers.

Het preventief openzetten van de schuiven wordt opgenomen in het nog op te stellen Bedienprotocol van deze duiker.

Figuur 7 Overzichtskaart onderzoek NGE dijkversterking Eemshaven-Delfzijl



Figuur 8: Bodembelastingkaart uit rapport OCE

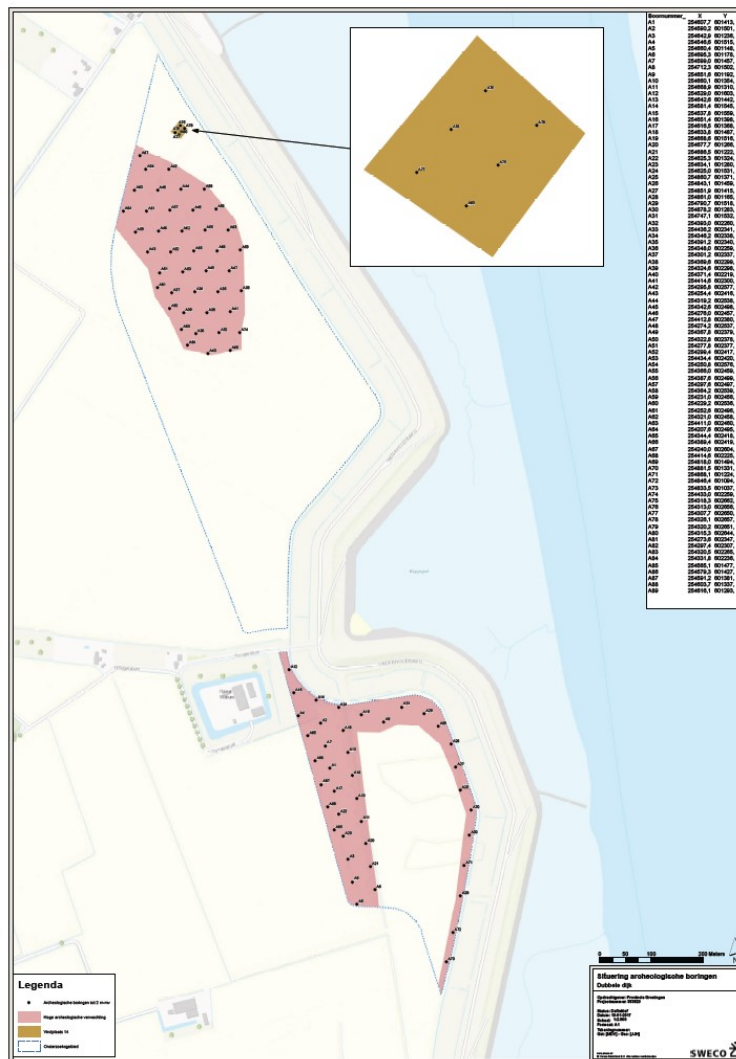
De conclusie uit ref [7] luidt: Het gebied waar de doorlaatduiker gebouwd gaat worden is niet verdacht. De werkzaamheden in onverdacht gebied kunnen regulier (dus zonder verdere opsporing) worden uitgevoerd. Aangezien het onderzoeksgebied in een regio heeft gelegen welke door zowel Geallieerde als Duitse artillerie beschoten is geweest, geldt hierbij wel het advies om de werkzaamheden direct stil te leggen als er onverhoopt een munitieartikel of een munitiegevend object wordt aangetroffen.

3.2 Archeologisch onderzoek

In kader van het project aanleg Dubbele Dijk en dijkversterking Eemshaven - Delfzijl is het gebied onderzocht op mogelijk archeologische waarden en vondsten. Het gaat om de volgende rapporten:

- Archeologisch onderzoek Dubbele Dijk, gemeente Delfzijl. Inventariserend veldonderzoek Sweco dd. 16-02-2016;
- Archeologische proefsleuvenonderzoek vindplaatsen 6, 8, 20,21 en 23 en archeologische begeleiding, protocol proefsleuven vindplaats 14. Project dijkversterking Eemshaven-Delfzijl, gemeente Delfzijl dd. 18-09-2018 door ingenieursbureau MUG
- Archeologisch en cultuurhistorisch onderzoek getijdenduiker bij Hoogwatum, gemeente Eemsdelta. Sweco dd. 16-05-2023
- Archeologische Notitie Plangebied aanleg doorlaatduiker Dubbele Dijk bij Bierum, gemeente Eemsdelta d.d. 11-06-2024 (ref [8])

Deze rapporten en onderzoek geven een goed beeld van het gebied en archeologische verwachtingen. In het gebied van te realiseren Doorlaatduiker is in de afgelopen jaren veel archeologisch veldonderzoek uitgevoerd. Op basis van de bevindingen uit die veldonderzoeken en de hierboven verzamelde en beschreven bronnen is er geen aanleiding om verder archeologisch onderzoek uit te voeren voor de geplande werkzaamheden voor de aanleg van de Doorlaatduiker.



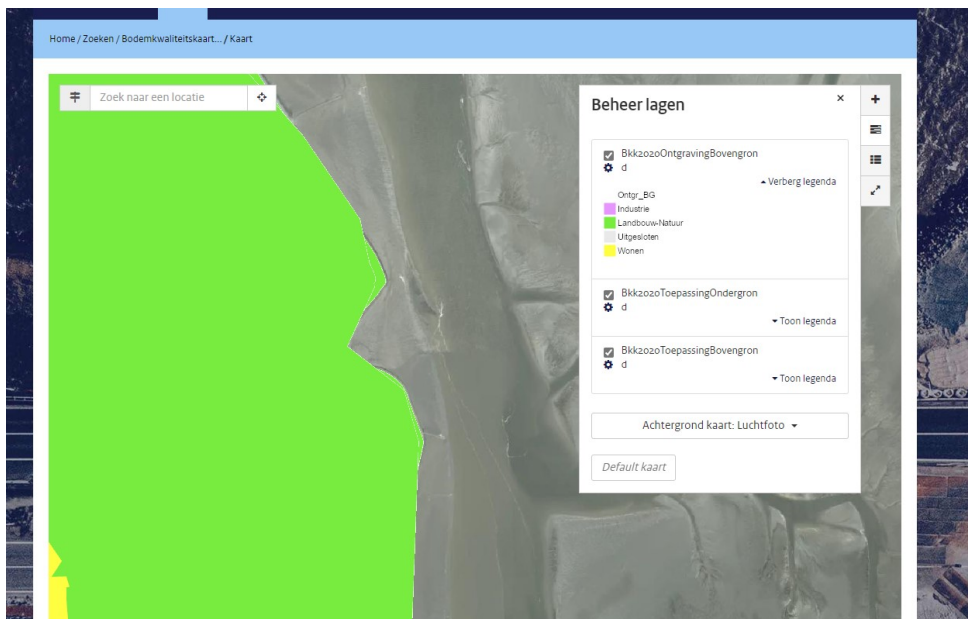
Figuur 9 overzichtkaart Archeologisch onderzoek binnengebied Dubbele Dijk door Sweco

3.3 Bodemonderzoek

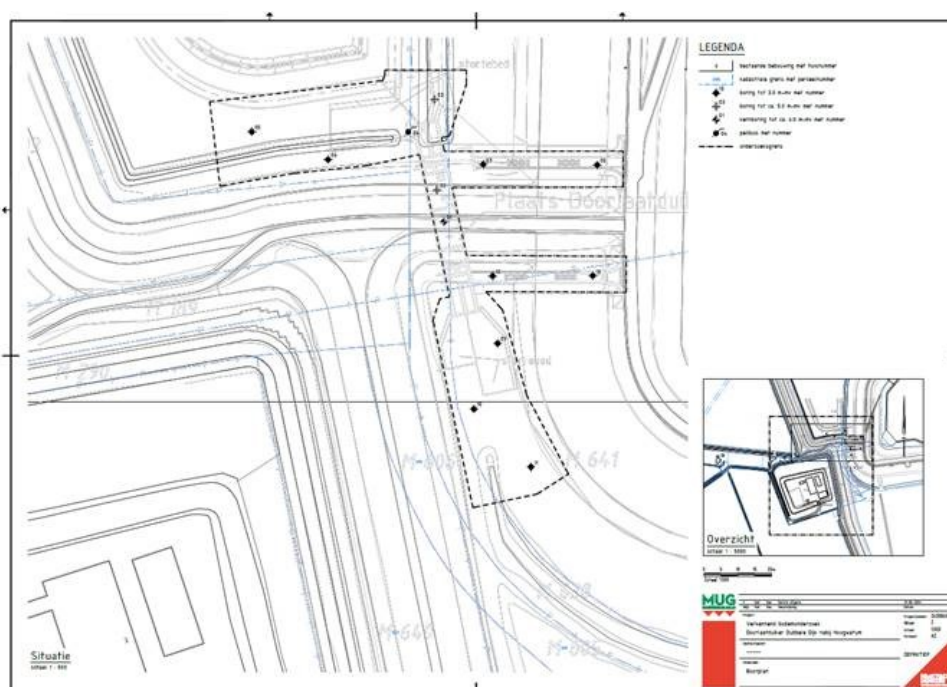
De bodem is geotechnisch onderzocht. Dit wordt behandeld in hoofdstuk 1.9 van deze ontwerpnota.

Op basis van de Bodemkwaliteitskaart, is de milieukwaliteit Landbouw-natuur. Vrijkomende grond van de ontgraven pandscheidingsdijk wordt binnen het projectgebied Dubbele Dijk gebruikt, waar mogelijk wordt deze grond hergebruikt voor het opnieuw opbouwen van de pandscheidingsdijk.

Adviesbureau MUG zal eind juli 2024 bodemonderzoek uitvoeren van het gebied waar de werkzaamheden worden uitgevoerd, dit rapport zal als ref [13] worden toegevoegd aan deze Ontwerpnota. Bij het waterschap Noorderzijlvest is inmiddels melding van de activiteit gedaan.



Figuur 10: screenprint Bodemkwaliteitskaart



Figuur 11: Door MUG te onderzoeken gebied

3.4 Ecologie

Adviesbureau Sweco heeft van de provincie Groningen opdracht gekregen voor het opstellen van een natuurtoets. In kader van de ontgronding van het hele binnengebied is door Sweco een ecologische quickscan opgesteld.

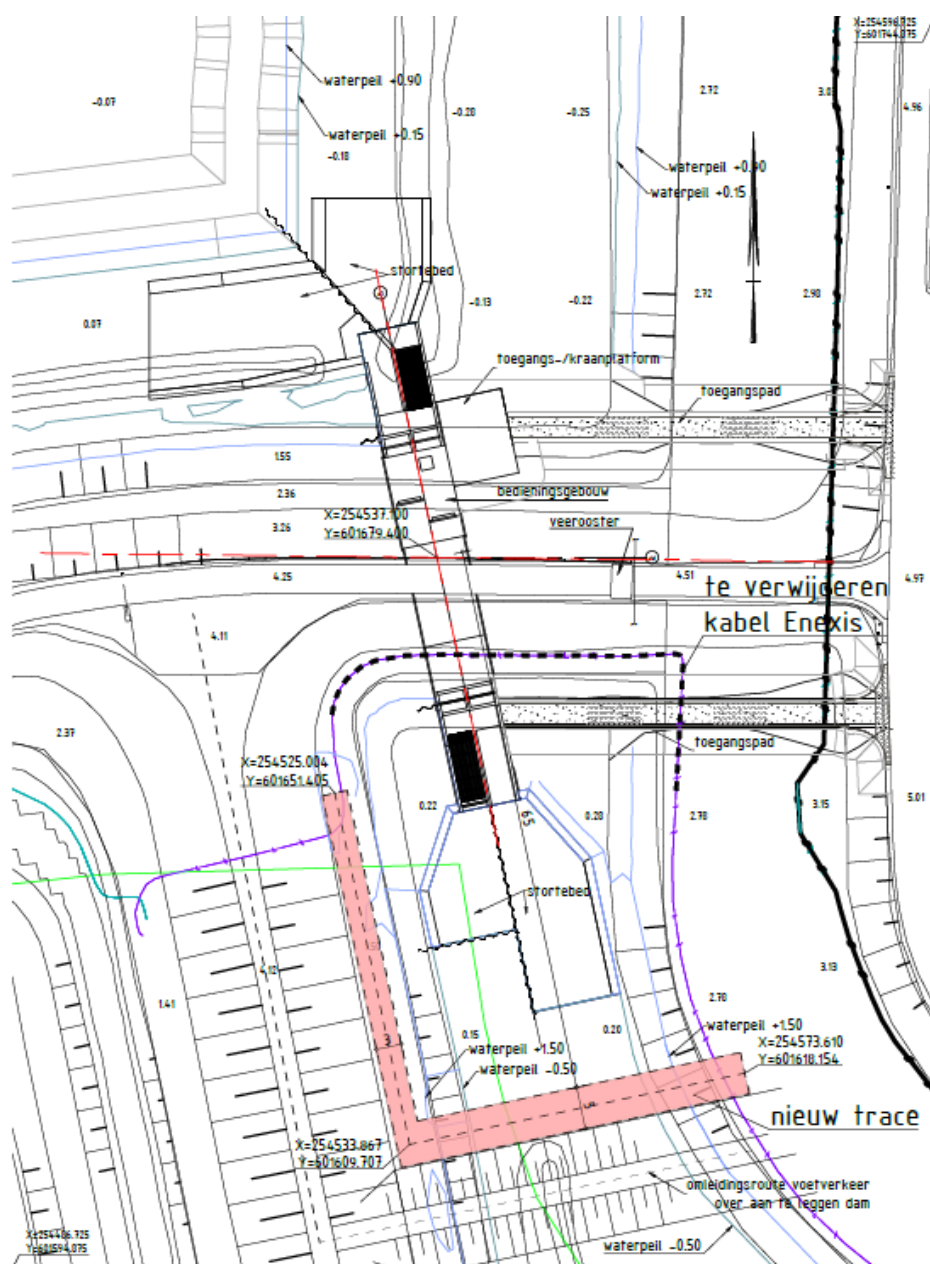
In overleg met bevoegd gezag provincie Groningen is besloten voor deze bouwactiviteit de quickscan uit te breiden met een natuurtoets. Om uit te sluiten dat er significante effecten optreden tijdens de bouw van de doorlaatduiker. De rapportage natuurtoets zal als ref [9] worden toegevoegd aan deze Ontwerpnota.

4 Kabels en leidingen

Voorafgaand aan de bouw van de Doorlaatduiker worden de aanwezige kabels in de kruin van de dijk verlegd, zodat deze bij de bouw al verlegd zijn.

Er ligt nu een LS kabel van Enexis in de tussenliggende dijk. Deze loopt vanaf de trafo ten zuidwesten van tussenliggende dijk naar de getijdenduiker. Deze wordt tijdelijk verlegd, voor het tijdelijke tracé zie figuur 10. In de eindsituatie komt deze terug te liggen op de oude plek en wordt de doorlaatduiker hier aangesloten op het stroomnetwerk.

Er ligt ook een (doodlopende) KPN glasvezel kabel welke tijdelijk verlegd wordt of verwijderd wordt. Dit is afhankelijk van wat KPN wil.



Figuur 12: tijdelijk tracé Enexis LS kabel

5 Toegang tot de bouwlocatie

De locatie van de getijdenduiker ligt ongeveer halverwege de Eemshaven en Delfzijl, nabij Hoogwatum. De locatie is slecht bereikbaar via het lokale wegennet. Om overlast te voorkomen is in eerder stadium besloten dat de aan- en afvoerroute voor het bouwverkeer over de onderhoudsweg langs de dijk van het waterschap gaat. Het bouwverkeer moet via de Eemshaven op het onderhoudspad komen. De aan te houden route is voor de aanleg van de Getijdenduiker reeds geschikt gemaakt door passeerstroken en bochtverbredingen aan te leggen. Hiervan wordt ook voor de bouw van de Doorlaatduiker gebruik gemaakt. Deze route kent ter hoogte van de radarpost/koelwater Eemscentrale een hoogtebeperking van 4,50 m1.

Om toegang te krijgen tot de bouwplaats van de Doorlaatduiker wordt iets ten noorden van de pandscheidingsdijk een bouwweg aangelegd vanaf het onderhoudspad van de zeedijk. Aan deze zijde wordt ook de opstelplaats voor keten, materieel en materiaal aangelegd.



Figuur 13: Toegang via Waddenweg vanuit de Eemshaven

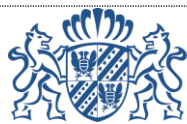
6 Toegang tot strand Bierum

Door de bouwwerkzaamheden wordt de weg over de pandscheidingsdijk gestremd. Deze weg is in gebruik als onderhoudsweg maar ook als fiets- en wandelroute. Fietzers en onderhoudsverkeer zullen worden omgeleid via het onderhoudspad langs het noordelijke pand. Voor wandelaars richting het strand Bierum is er geen goed alternatief voor deze route. Tijdens de bouw wordt daarom, aan de zuidzijde van de pandscheidingsdijk, een tijdelijk wandelpad aangelegd zodat het strand bereikbaar blijft. Dit wandelpad voert deels over de zuidelijke grondnam van de bouwput.



3D VIEW VANUIT NOORDWEST richting GETIJDEDIJKER

Figuur 14: Omlidingsroute voetgangers



7 Bodembescherming

Aan weerszijden van de doorlaatduiker bij de in-en uitstroomopeningen wordt een steenbestorting toegepast om erosie van de bodem te voorkomen.

Uitgangspunt voor het ontwerp is de stroomsnelheid in de Doorlaatduiker. Zie hiervoor ref [3] "Dubbele Dijk - onderbouwing waterstructuur noordelijk pand" blz 18.

Bij het maatgevende scenario "hoge vloed, niet afgetopt" bedraagt de instroomsnelheid in de duiker volgens het Sobek model maximaal 1,60 m/s, wat overeenkomt met een debiet van 7,20 m³/s. Het uitstroom debiet is significant lager, hiervoor wordt 5,63 m³/s aangehouden.

Bij simulatie in Excel wordt bij maatgevende omstandigheden licht hogere stroomsnelheden gevonden dan in Sobek, vanwege andere getijden omstandigheden en incidenteel een situatie met schietend water. Veiligheidshalve worden daarom de Sobek stroomsnelheden opgehoogd met 25% tot 9,00 m³/s instroom en 7,00 m³/s uitstroom.

De bodembescherming bestaat uit een traditioneel zinkstuk met daarop een bestorting van natuurlijke stortsteen. Voor de bodembescherming is een breuksteen gradatie 5-40 kg voldoende met een laagdikte 0,40 m. Bij de instroom noordzijde (buitenbocht) worden lokaal hoge stroomsnelheden verwacht, hier is 5-40 toegepast welke wordt ingegoten met beton.

Samenvatting van de specificaties van de bodembescherming (nog geen tekening beschikbaar):

Positie	Lengte	Breedte	Sortering	Laagdikte
Instroom zuid	15 m	8 m	5-40 kg	0,40 m
Instroom noord	57 m	14 m	5-40 kg, buitenbocht ingegoten met beton	0,40 m
Uitstroom zuid	57 m	15,8 m	5-40 kg	0,40 m
Uitstroom noord	16 m	14 m	5-40 kg	0,40 m



8 Damwanden en kwelschermen

In de berekening ref [21] zijn de damwanden scheiding ringsloot (noordzijde), overstort inlaat (zuidzijde) en de kwelschermen gedimensioneerd.

Damwand scheiding ringsloot:

Deze zorgt voor een scheiding tussen aanvoer- en retourstroming, zodat een gelijkmatige verversingsgraad wordt gegarandeerd. De damwand bestaat uit een AZ12 profiel of gelijkwaardig, met bovenzijde +1,40 m NAP en inheinniveau -4,35 m NAP.

Damwand overstort inlaat:

Deze zorgt ervoor dat de onderste waterlaag, welke meer slib bevat, niet doorstroomt naar het Noordpand. De damwand bestaat uit een AZ12 profiel of gelijkwaardig, met bovenzijde +0,20 m NAP en inheinniveau -4,60 m NAP

Kwelschermen:

Bij de Doorlaatduiker worden kwelschermen toegepast. Een groot deel van elke getijdenslag zijn de inlaat- en uitlaatschuiven gesloten, in deze situatie kan er sprake zijn van een potentiaalverschil. De Doorlaatduiker is op palen gefundeerd, wat ervoor zorgt dat de constructie niet 'meezakt' met de dijk. Door zetting van de dijk kan er een spleet ontstaan onder de duiker. De kwelschermen verhinderen dat er stroming kan optreden.

De kwelschermen sluiten aan op moot 1 en moot 3. Er wordt een damwandprofiel AZ12 toegepast, met minimaal 9 enkele planken naast de duiker en diepte -5,00 m NAP. Het kwelscherm noord heeft bovenzijde +0,90m NAP en het scherm zuid heeft bovenzijde +1,50 m NAP.

9 Vergunningen

Voor de doorlaatduiker zijn de volgende vergunningen benodigd:

- Omgevingsvergunning bouw. Dit is het bouwtechnische beoordeling en toetsing aan het bestemmingsplan.
Op 19 maart 2024 heeft de gemeente Eemsdelta akkoord gegeven op het ontwerp. Dit houdt in dat de verdere uitwerking van het ontwerp heeft plaatsgevonden en dat de omgevingsvergunning aangevraagd kan worden.
- Watervergunning bij het waterschap Noorderzijlvest. Met medewerkers van het waterschap, oa. de heer J.W. Nieuwenhuis is er veel afstemming geweest over het ontwerp. De belangen van het waterschap zitten in de waterveiligheid van het gehele systeem Dubbele Dijk en het waarborgen van de stabiliteit van de primaire kering.