

Strandt Het Plan



- Bestaande parkeervakken
- Nieuwe parkeervakken
- Strand



hooqheemraadschap
**Hollands
Noorderkwartier**



**van hall
larenstein**
university of applied sciences

LEEROPDRACHT HOGESCHOOL VAN HALL LARENSTEIN

Eindrapport voor het uitvoeren van een onderzoek naar de mogelijkheid voor het realiseren van recreatieve strandvoorzieningen aan de zuidoostkust van Texel.

Bas Davies & Jeroen van Doorn

Colofon

30 mei 2017

Trefwoorden; Haalbaarheid, Strand, Morfologie

Realisatieonderzoek recreatieve strandvoorzieningen zuidoostkust Texel.

Eindrapport van een onderzoek naar de mogelijkheid voor het realiseren van een recreatiestrand in de nabije omgeving van de Prins Hendrikdijk te Texel.

Gegevens Studenten

Naam: Bas Davies
Studentnummer: 000002292
Adres: Willem Buytewechstraat 51C, 3024 BL Rotterdam
Telefoonnummer: +31 (0)6 120 842 42
E-mail:
HHNK: S.Davies@hhnk.nl
School: Bas.davies@hvhl.nl
Privé: Basd Davies@hotmail.com

Naam: Jeroen van Doorn
Studentnummer: 000003340
Adres: Jansbinnensingel 9-1B, 6811 AJ Arnhem
Telefoonnummer: +31 (0)6 122 213 51
E-mail:
HHNK: J.vanDoorn@hhnk.nl
School: Jeroen.vandoorn@hvhl.nl
Privé: Jeroen.van.doorn@hotmail.com

Gegevens afstudeerbegeleider

Naam: Sander Boer
Telefoonnummer: +31 (0)6 108 967 17
E-mail: S.Boer2@hhnk.nl

Gegevens begeleidende docent

Naam: Dan Assendorp
Mobiel: +31 (0)6 237 571 11
E-mail: Dan.Assendorp@hvhl.nl

Versie 1.0

Afbeelding voorkant; VO strandplan De Schans

Voorwoord

De afgelopen maanden hebben wij, als vierdejaars studenten Land- en Water Management (LWM) aan Hogeschool van Hall Larenstein te Velp, een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheid tot het realiseren van een strand langs de zuidoost kust van Texel. Het strandje zal ter vervanging van het bestaande Ceresstrandje gaan dienen. Dit onderzoek is uitgevoerd bij het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) te Heerhugowaard, tevens onze standplaats. Dit rapport is mede tot stand gekomen door onze stagebegeleider, Sander Boer. Wij zijn erg content met de wijze waarop wij zijn begeleid door Sander, hiervoor hartelijk dank. Wij willen het HHNK ook graag bedanken voor de ruimte die wij hebben gekregen voor het onderzoek en de kennis die wij vanuit het bedrijf/overheidsinstantie hebben opgedaan. Door de prettige werksfeer en houding die het HHNK heeft hebben wij het erg naar ons zin gehad bij het HHNK. Ook willen wij onze ouders bedanken die zich tijdens de afrondingsfase van het rapport hebben ingezet om het rapport kritisch door te lezen. Tot slot willen wij Ard Smit bedanken voor de tijd die hij heeft gestoken in het helpen opstellen van de kostenraming.

Heerhugowaard, 29 mei 2017

Bas Davies
Jeroen van Doorn

Samenvatting

Het afstudeeronderzoek Strandt Het Plan is een variantenstudie tussen zeven locaties in het projectgebied dat zich uitstrekt van 't Horntje tot en met TexelSup (ten noorden van Oudeschild). Dit met als uiteindelijk doel een locatie te vinden ter vervanging voor het huidige Ceresstrandje, dat dreigt te verdwijnen als gevolg van het lopende dijkversterkingsproject (PHZD). En daarbij een ontwerp opstellen van een nieuw recreatiestrand. Het onderzoek bestaat uit drie rapporten namelijk: Literatuurstudie, Locatiekeuze & Proces en het Eindrapport met voorlopig ontwerp (VO).

In de literatuurstudie worden de volgende onderwerpen toegelicht; omgevingsstudie, vorming van zuidoost Texel door de jaren heen, hydraulische randvoorwaarden westelijke Waddenzee en wetten en regels.

Het eerste hoofdstuk van de literatuurstudie gaat in op de omgeving waarbij onderscheid is gemaakt in keernelementen, lijnelementen en puntelementen. De informatie die gegeven wordt hebben betrekking op het Ceresstrandje. De keernelementen vertalen zich in de dorpen, degene die van belang zijn voor het strand zijn 't Horntje en Oudeschild. De lijnelementen vertalen zich in de dijk en de (toegangs-)wegen. De puntelementen zijn: het natuurgebied Ceres, camping 'De Boerin', fort De Schans, gemaal De Schans, Haven Oudeschild, NIOZ, Prins Hendrik gemaal, TexelSup en de Veerhaven. Ook wordt in dit hoofdstuk de functie en ecologische waarde toegelicht.

Het tweede hoofdstuk van de literatuurstudie bestaat uit een studie naar de (geo-) morfologische ontwikkelingen van Texel. In dit historisch onderzoek wordt een periode van 1850 tot heden (2000) toegelicht omdat Texel in deze periode de vorm heeft gekregen die het nu heeft met al zijn dijken en polders.

Vervolgens wordt de vorming van het westelijke zeegat geanalyseerd. Dit is uitgevoerd met behulp van kaarten uit het boek, De Convexe Kustboog van Henk Schoorl. De conclusie die hier uit kan worden getrokken is dat het kombergingsgebied van de Waddenzee in noordwaartse richting is verschoven door de afsluiting van de Zuiderzee. Dit heeft grote gevolgen gehad voor de vorm van het zeegat. Belangrijk om op te merken is dat, door de afsluiting van de Zuiderzee, de Texelgeul de hoofd watervoerende geul is geworden en de Texelgeul noordwaarts opschuift. Het sedimenttransport vindt dan ook voornamelijk plaats op de bodem van de diepe Texelgeul. Door secundaire effecten, veroorzaakt door wind, vindt er sedimentuitwisseling plaats tussen de Texelstroom en de kwelders/zandbanken. Hiermee kan worden verklaard hoe het Ceresstrandje is ontstaan.

Het derde hoofdstuk van de literatuurstudie gaat in op de hydraulische randvoorwaarden. Allereerst wordt het getij onder de loep genomen, hierin komt het gemiddeld-, spring- en doottij aan bod. Vervolgens zijn de extreme omstandigheden geanalyseerd, hoe vaak komt een bepaalde waterstand voor. De golfhoogte in de Waddenzee nabij Texel wordt zowel bepaald door de door wind opgewekte golven als golven die vanuit de Noordzee via het zeegat doordringen in de Waddenzee dit is over het algemeen alleen in extreme situaties zoals met storm.

Als laatste wordt er ingegaan op de wetten en regels. Het Waddenzee gebied is namelijk Natura-2000 gebied. Dit betekent dat er verschillende ontheffingen moeten worden aangevraagd bij het bevoegd gezag als er iets gebouwd gaat worden. Naast dat de Natura-2000 geldt, geldt ook de natuurbeschermingswet, erfgoedwet, wet bodembesluit en natuurnetwerk Nederland. De vergunningen die van belang zijn: de ontgrondings- en omgevingsvergunning.

Het Locatiekeuze & Proces onderzoek bestaat uit drie onderdelen namelijk: Locatiebezoek, globale technische uitwerking (GTU), multi criteria analyse (MCA).

Aan de hand van een locatiebezoek en aanvullende bureaustudie zijn eerst mogelijke locaties binnen het projectgebied in beeld gebracht. Deze locaties zijn: TexelSup, IJsdijk, Aanlanding Dijkmanshuizen, Haven Oudeschild, steunfort Redoute, gemaal De Schans en NIOZ. Vervolgens zijn deze locaties (7) getoetst op een aantal aspecten, namelijk: sociale-, fysisch geografische, beleidvormings-, planvormings- en morfologische aspecten. Aan de hand van deze aspecten is het aantal locaties teruggebracht naar drie. De drie locaties die overblijven zijn: aanlanding Dijkmanshuizen, haven Oudeschild en gemaal De Schans. Van deze drie locaties zijn de technische uitwerkingen (GTU) uitgewerkt en meegenomen in de MCA.

De globale technische uitwerking gaat dieper in op de technische aspecten van de drie locaties. Ook hier worden de hydraulische en morfologische randvoorwaarden onder de loep genomen. Daarnaast worden de bouwkundige aspecten bekeken. Wat voor constructie kan er gerealiseerd worden, hiervoor is een brainstormsessie gehouden en zijn er voor elke locatie 6 schetsontwerpen gemaakt. Nadat de constructies zijn toegelicht kunnen de geometrische aspecten (grootte van het strand) worden toegelicht.

Als derde onderdeel volgt de multi criteria analyse (afgekort MCA). Hierin worden de drie locaties met elkaar vergeleken doormiddel van een MCA. Het begint met zoekcriteria, dit zijn negen criteria: namelijk: afstand tot Ceresstrandje, natuurlijke aanzanding, uitvoerbaarheid binnen regelgeving, combinatie binnen PHZD, omvang van het te realiseren strand, visuele beleving, bereikbaarheid en ontsluiting, noodzaak tot toepassen van aanvullende constructies en mogelijkheid tot recreatie.

Uiteindelijk blijkt locatie gemaal De Schans het meest geschikt voor het realiseren van een recreatiestrand. Mede omdat de bereikbaarheid goed is, de hydraulisch randvoorwaarden gunstig zijn maar bovenal de locatie ook dichtbij het Ceresstrandje ligt.

Op basis van de locatie is het voorlopige ontwerp bepaald. Voor de bescherming van het strand is er gekozen om een parallelle strekdam op enige afstand uit de oever aan te leggen. De ligging van deze strekdam is zodanig gekozen dat er een salient kan vormen waardoor er sprake is van een natuurlijke doorstroming. Vervolgens is de steensortering van de toplaag van de dam berekend met behulp van de formule van Van der Meer. De uitkomst hiervan geeft een steensortering aan van 300-1000 kg. Daar onder komt een kern met een steensortering van 10-60 kg om een goede overgang naar de ondergrond te waarborgen. De bodembescherming bestaat uit een geotextiel met wiepen waarop dezelfde steensortering wordt toegepast als in de kern.

Nadat de dam is geconstrueerd kan de vorm van het strand worden bepaald, dit is uitgevoerd met behulp van beschikbare literatuur met kentallen op basis van praktijksituaties. Met deze literatuur kan worden bepaald of het strand een tombolo of salient wordt. Het strand krijgt de vorm van een salient, omdat de dam ver genoeg uit de kust ligt namelijk 40 meter. Met deze informatie kan de geometrie worden bepaald. Het strand krijgt een strandlijn van 100 -150 meter met een inhoud van $\pm 1800 \text{ m}^3$. Om te zorgen dat het strand stabiel blijft moet de stroomsnelheid onder de 0,191 m/s blijven. De kosten voor dit strand zijn geraamd op €409.000,-.



Inhoud

Colofon	1
Voorwoord	2
Samenvatting.....	3
1 Inleiding	8
1.1 Aanleiding.....	8
1.2 Locatie	9
1.3 Probleemstelling.....	9
1.4 Doelstelling.....	9
1.5 Hoofd- & deelvragen	9
1.6 Toegepaste werkwijze en fasering	9
1.7 Leeswijzer	10
2 Methode.....	11
2.1 Literatuur	11
2.2 Locatiebezoek.....	11
2.3 Globale technische uitwerking (GTU).....	12
2.4 Geselecteerde locatie.....	12
3 Literatuurstudie.....	13
3.1 Omgevingsstudie	13
3.1.1 Referentie locatie	13
3.1.2 Elementen	13
3.1.3 Actorenanalyse.....	14
3.2 Ontwikkeling zuidoostkust van Texel	14
3.2.1 (Geo-) morfologische ontwikkelingen	14
3.2.2 Ontwikkeling zuidoostkust Texel.....	15
3.2.3 Vorming zeegat Texel	16
3.2.4 Stromingen zuidoostkust Texel	18
3.3 Hydraulische randvoorwaarden westelijke Waddenzee.....	20
3.3.1 Getijstroming.....	20
3.3.2 Waterstanden.....	20
3.3.3 Golfomstandigheden	21
3.3.4 Gemiddelde sediment korreldiameter (D50)	23
3.4 Wetten en regels	23
4 Locatiekeuze & Proces.....	25
4.1.1 Locatiebezoek.....	25



4.1.2	Locaties voor Multicriteria analyse & GTU	27
5	Globale technische uitwerking (GTU).....	28
5.1	Hydraulische omstandigheden.....	28
5.1.1	Stromingsrichting en sedimenttransport	28
5.1.2	Stroomsnelheid	29
5.1.3	Golfhoogte.....	29
5.1.4	Dominante golfrichting.....	29
5.1.5	Morfologische stabiliteit	30
5.1.6	Korrelgrootte	30
5.2	Bouwkundige aspecten	30
5.3	Geometrische aspecten.....	32
6	Multi Criteria Analyse (MCA).....	34
6.1	MCA-tabel.....	34
6.2	Conclusie	35
7	Voorlopig ontwerp (VO) strandplan De Schans	36
7.1	Uitgangspunten	36
7.2	Bodemgesteldheid.....	37
7.3	Constructiemateriaal.....	37
7.3.1	Bepaling steensortering.....	38
7.3.2	Bodembescherming.....	40
7.4	Geometrie strand	40
7.4.1	Vorming Strand.....	40
7.4.2	Geometrie strand	40
7.5	Morfologische stabiliteit	41
7.5.1	Hydraulisch	41
7.5.2	Eolisch.....	41
7.5.3	Vorm op te spuiten strand	42
7.6	Eindontwerp (VO).....	43
7.7	Kosten.....	44
7.7.1	Werkvolgorde	44
7.7.2	Kostenoverzicht.....	45
8	Conclusie	46
8.1	Deelvragen.....	46
8.2	Hoofdvraag.....	52
8.3	Discussie	52

8.4	Aanbevelingen.....	53
8.5	Reflectie.....	53
	Bibliografie	54
	Afbeeldingenlijst.....	55
	Figurenlijst	55
	Tabellenlijst	56
	Bijlagen	57
	Bijlage 1: Checklist locatiebezoek.....	57
	Bijlage 2: Bepaling Dn50.....	58
	Bijlage 3: Tabel steensortering	59
	Bijlage 4: Bepaling kritische stroomsnelheid.....	60
	Bijlage 5: Tekeningen	61
	Bijlage 5.1 Doorsnede constructie.....	61
	Bijlage 5.2 Bovenaanzicht met zandaanbreng	62
	Bijlage 5.3 Doorsnede geheel.....	63
	Bijlage 5.4 Bovenaanzicht.....	64
	Bijlage 5.5 Satellietfoto met ontwerp	65
	Bijlage 6: DVD deelrapporten en SSK-raming.....	66

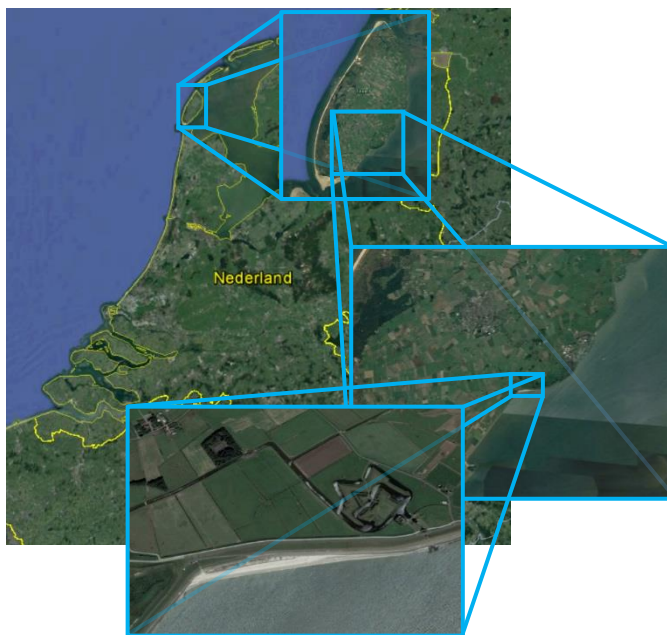
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

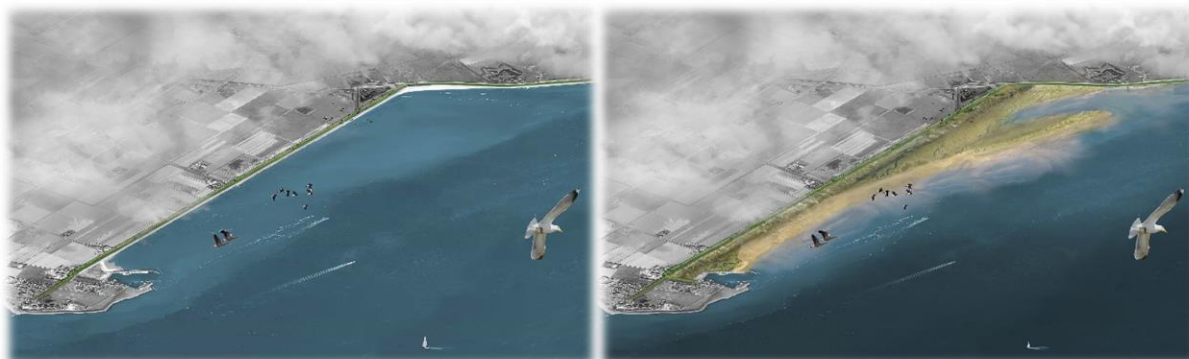
Het eiland Texel wordt door tien dijksecties beschermd tegen de invloed van de Waddenzee. Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier is verantwoordelijk voor de veiligheid, waterkwaliteit en hoeveelheid drinkwater van Noord-Holland en Texel. Uit de toetsing van 2011 blijkt dat alle tien de dijksecties niet voldoen aan de huidige normering. Hierdoor is er een dijkversterkingsplan opgesteld. De dijksectie ter plaatse van de Prins Hendrikdijk (sectie 9) wordt niet op traditionele wijze versterkt maar door middel van een zandige versterking, de Prins Hendrikzanddijk (PHZD) genaamd. Dit kan beschouwd worden als een

"Building With Nature" project. Daarbij wordt aan de zeezijde van de bestaande dijk, een zandige duin in combinatie met een natuurgebied aangelegd. De duinwaterkering neemt de functie over van de bestaande dijk. De natuurwaarden in het gebied worden substantieel vergroot door het creëren van een meer natuurlijke gradiënt tussen land en water. Dit zal leiden tot een verbetering van de habitatsoorten die opgenomen zijn in de instandhoudingsdoelstellingen (ishd) van het Natura 2000 gebied Waddenzee. Het gebied van de PHZD zal daarom buiten het fiets- en wandelpad niet zomaar meer toegankelijk zijn voor mensen.

De wijze van het buitendijks versterken door de aanleg van een natuurgebied sluit ook aan bij de wensen van de gemeente Texel en de grotere natuurorganisaties. Hierdoor worden er landbouwgronden, woningen en natuurgebieden gespaard. Het project PHZD wordt daarom gesteund door het Waddenfonds, gemeente Texel, provincie Noord-Holland, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer.



Afbeelding 1: Projectlocatie Ceresstrandje



Afbeelding 2: Huidige situatie Prins Hendrikdijk + nieuw plan Prins Hendrikzanddijk (HHNK, sd)

1.2 Locatie

De Prins Hendrikdijk is gesitueerd aan de zuidoost kust van Texel. De dijk maakt onderdeel uit van sectie 9 en loopt in een rechte lijn tussen het 't Horntje en het binnendijs gelegen natuurgebied Ceres. De totale lengte van de dijk bedraagt ca. 3,2 km. Ter plaatse van het natuurgebied Ceres gaat dijksectie 9 over in dijksectie 8. Hier heeft zich in de loop der jaren het Ceresstrandje gevormd.

1.3 Probleemstelling

Doordat de Prins Hendrikdijk aan de zeezijde wordt versterkt met een duinwaterkering in combinatie met natuurontwikkeling verdwijnt het Ceresstrandje. Omdat het strandje als recreatie wordt gebruikt willen de bewoners van Texel dat het strandje behouden blijft. Door de nieuwe natuurontwikkeling zal het gebied niet toegankelijk zijn voor mensen, wat de nodige weerstand oproept bij de lokale bevolking. Indien de bevolking weerstand biedt is het HHNK bang dat het plan voor moet komen bij de Raad van State met als gevolg dat het hele plan afgekeurd kan worden. In het kader van het uit te voeren onderzoek worden er alternatieve mogelijkheden onderzocht voor het realiseren van recreatieve strandvoorzieningen aan de zuidoostkust van Texel die het Ceresstrandje vervangt.

1.4 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is de locatiekeuze en het ontwerpen van een nieuw recreatiestrand ter vervanging van het bestaande Ceresstrandje. Hierbij wordt geanalyseerd welke mogelijkheden er bestaan voor het realiseren van een alternatieve recreatieve strandvoorziening aan de zuidoostkust van Texel in de nabijheid en ter vervanging van het Ceresstrandje. Van belang hierbij is dat de nieuwe strandvoorziening niet te ver van het bestaande Ceresstrandje komt te liggen omdat het met name voor de lokale bewoners is bedoeld.¹

1.5 Hoofd- & deelvragen

Hoofdvraag

Welke locatie komt het meest in aanmerking voor de ontwikkeling van een recreatiestrand aan de zuidoostkant van Texel, rekening houdend met aspecten op gebied van morfologische processen, omgevingswensen, ontwerpbaarheid en uitgangspunten die voortkomen uit de locatiestudie?

Deelvragen

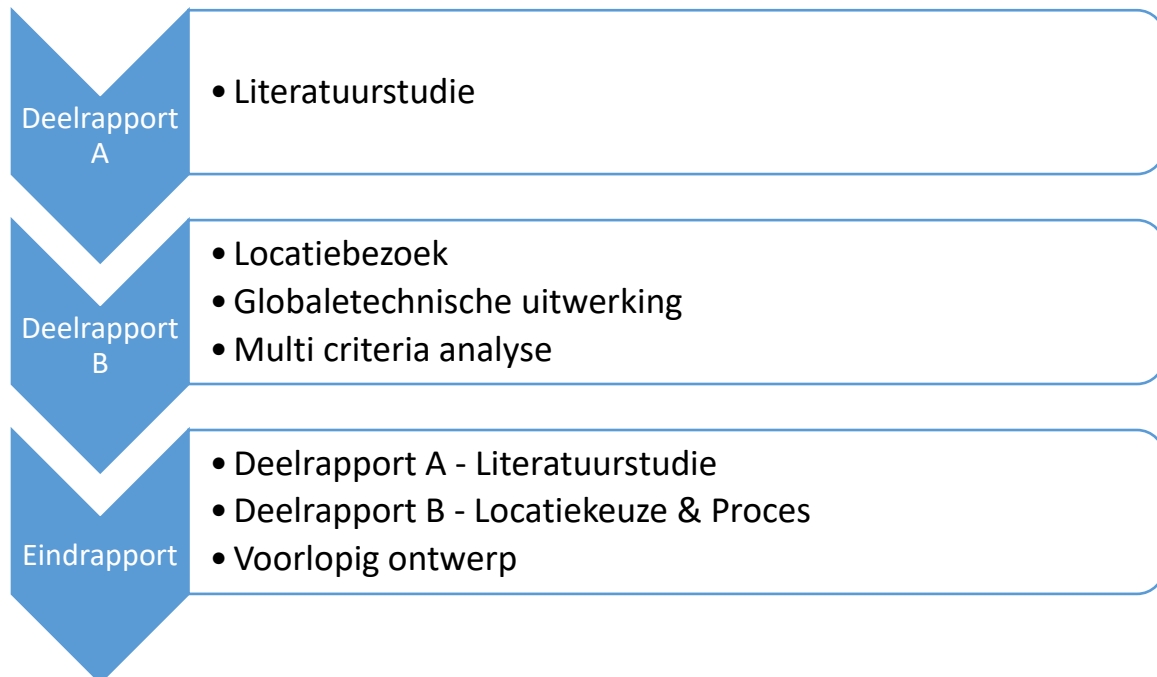
1. Hoe is de huidige situatie ontstaan?
2. Wat is het huidige gebruik van de omgeving en wat is de functie van het Ceresstrandje?
3. Welke wetten en regels zijn van invloed op de zuidoostkust van Texel?
4. Wat zijn de mogelijke drie geschikte locaties voor een vervangend recreatiestrand?
5. Wat zijn de eisen voor het ontwerp van een recreatiestrand?
6. Wat zijn de kenmerkende factoren voor het hydraulisch en morfologisch systeem van de Westelijke Waddenzee en de zuidoost kust van Texel?
7. Op welke locatie en wijze kan het gekozen recreatiestrand het beste worden gerealiseerd?

1.6 Toegepaste werkwijze en fasering

Om een goed onderbouwd onderzoek aan te kunnen leveren is het van belang om voldoende achtergrondinformatie te verzamelen en hieruit een onderbouwde keuze te maken wat van belang is voor het onderzoek. Om het onderzoek goed te onderbouwen is dit rapport opgedeeld in 3 delen, namelijk A. Literatuurstudie, B. Locatiekeuze & Proces en tot slot het eindrapport waarin alle

¹ Om geen verkeerde verwachtingen te wekken wordt opgemerkt dat binnen de scope van het project PHZD geen invulling wordt gegeven aan de realisatie van een recreatiestrand, hiervan is nooit sprake geweest. In die zin staat dit onderzoek los van de PHZD alhoewel de opdracht wel begeleid wordt vanuit de PHZD.

informatie is toegespitst op het ontwikkelen van het voorlopig ontwerp. In de figuur hieronder is de fasering van het project in een figuur weergegeven.



1.7 Leeswijzer

In deze leeswijzer wordt de opbouw van de rapportage toegelicht. Het onderzoek is opgedeeld in drie rapporten, namelijk het eindrapport en 2 deelrapporten (Literatuuronderzoek (A) en Locatiekeuze & Proces (B)). De deelrapporten zijn opgebouwd om een goed onderbouwd eindrapport te kunnen presenteren. In hoofdstuk 2 wordt er ingegaan op de gevolgde methode. Waarna in hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de literatuurstudie, daarbij komen de volgende onderwerpen aan bod; Omgevingsstudie, Ontwikkeling zuidoostkust Texel, Hydraulische randvoorwaarden en de Wetten en Regels. Vervolgens komt in hoofdstuk 4 de Locatiekeuze & Proces aan bod. Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 de globale technische uitwerking beschouwd, onderdeel hiervan zijn de hydraulische omstandigheden, bouwkundige aspecten en geometrische aspecten. In hoofdstuk 6 wordt de multi criteria analyse toegelicht. Het ontwerp wordt in hoofdstuk 7 toegelicht, belangrijke onderdelen hiervan zijn de uitgangspunten, bodemgesteldheid, constructiemateriaal, geometrie strand, morfologische stabiliteit, kosten en conclusie/eindontwerp. Tot slot wordt in hoofdstuk 8 de conclusie toegelicht, met hierin de beantwoording van de deelvragen en hoofdvraag, discussie, aanbevelingen en reflectie. Tevens bevat het rapport bronvermelding en de bijlagen (waaronder een DVD met de deelrapporten (A&B) en de SSK-raming).

2 Methode

In dit hoofdstuk wordt de methode van aanpak beschreven voor het doorlopen van het project.

2.1 Literatuur

Het literatuuronderzoek wordt door middel van bureaustudie verricht. Hierbij wordt gebruik gemaakt van verschillende bronnen, zoals internet, literatuur, rapporten en kaartmaterialen. De kaartmaterialen die gebruikt worden zijn afkomstig uit het boek van Henk Schoorl, de Convexe Kustboog en van internet.

2.2 Locatiebezoek

Het locatiebezoek is voorbereid met behulp van een bureaustudie, doormiddel van deze bureaustudie is de eerste schifting binnen het projectgebied gemaakt (veerhaven T' Horntje tot TexelSup). In deze studie is onderzocht waar het mogelijk leek om een strand te realiseren, hierbij zijn er zeven locaties uitgezocht. Hierbij is gelet op luwten langs de kustlijn, omdat hier de kans op strandvorming het grootste is. Deze zeven locaties zijn:

1. TexelSup
2. IJsdijk
3. Aanlanding Dijkmanshuizen
4. Haven Oudeschild
5. Steunfort Redoute
6. Gemaal De Schans
7. NIOZ

Deze zeven locaties zijn vervolgens bezocht. Aan de hand van een checklist, zie bijlage 1, zijn met name de sociale- en morfologische aspecten weergegeven. Zoals de bereikbaarheid en afstand tot het Ceresstrand. Qua morfologische aspecten is de invloed van gemalen meegenomen. De invloed van stromingen is niet meegenomen omdat de specifiekere detaillering pas later in het onderzoek naar voren komt.

Bij terugkomst zijn de locaties getoetst aan de hand van de volgende aspecten:

1. Sociale aspecten
2. Fysisch geografische aspecten
3. Planvormings- en beleidvormingsaspecten
4. Morfologische aspecten

De sociale aspecten hebben met name te maken met criteria die gericht zijn op de omgeving. Hierbij gaat het om aspecten zoals: bereikbaarheid, zwemveiligheid en gebruik van het mogelijke nieuwe strand. Belang van het sociale aspect is om ervoor te zorgen dat het recreatiestrand gemakkelijk te bereiken is en vooral veilig is om te recreëren (bijv. zwemmen, wandelen).

Qua fysisch geografische- en kust morfologische aspecten is Texel erg dynamisch. Dit komt omdat de huidige situatie per locatie verschillend is. In de fysisch geografische aspecten wordt dan ook de huidige situatie in beeld gebracht. Dit staat los van de morfologie, omdat deze zo belangrijk is wordt dit apart beschouwd.

De beleids- en planvormingsaspecten hebben betrekking op de planvorming op Texel. Het belang hierbij is inzicht krijgen in welke wetten en regels er gelden bij het realiseren van een recreatiestrand. Om hier een goed beeld van te kunnen krijgen is de structuurvisie van de provincie

Noord-Holland geanalyseerd. Ook is het bestemmingsplan van de gemeente Texel onder de loep genomen. Daarnaast zijn de natuurwetten nader verklaard.

Om het morfologische aspect in beeld te krijgen wordt de morfologie geanalyseerd, met name de stromingen en sedimenttransporten om inzicht te krijgen hoe het Waddenzee systeem werkt en hoe Texel is geworden zoals het nu is of hoe de locatie geworden is zoals deze nu is.

Deze aspecten zijn leidend bij het terug brengen van de zeven locaties. Met behulp van deze aspecten, kunnen de zeven locaties terug worden gebracht naar drie. Hierdoor is er ruimte voor een technische analyse van de drie locaties en kunnen deze worden meegenomen in de MCA, hiervoor is gekozen omdat er van de zeven locaties geen technische uitwerking beschikbaar was, door het terugbrengen van de locaties kan er een technische analyse worden uitgevoerd binnen de beschikbare tijd. Dit wordt uitgevoerd door de voor- en nadelen per aspect te benoemen. Uiteindelijk volgt er een tabel, waarin de voor- en nadelen tegen elkaar worden afgewogen. De drie locaties met de meeste voordelen worden de locaties die mee worden genomen in de Globale Technische Uitwerking (GTU)

2.3 Globale technische uitwerking (GTU)

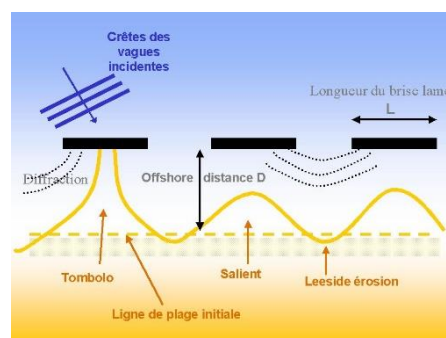
De methodiek die gehanteerd wordt bij de GTU heeft als doel duidelijker en beter inzicht krijgen in wat de lokale omstandigheden zijn nabij een desbetreffende locatie. Door middel van een bureaustudie wordt er met behulp van aspecten een analyse gemaakt op het gebied van morfologische-, sociale-, planvormings-, beleidvormings- en fysisch geografische aspecten. Omdat in dit onderzoek de morfologische aspecten als erg belangrijk worden beschouwd worden deze apart uitgelicht en geanalyseerd. Voor dit aantal aspecten is gekozen om te zorgen dat er in de MCA niet alleen locatie gericht gekozen kan worden, maar dat de zoekvlak verbreed wordt. Hier wordt een kleine technische insteek aan gegeven, zodat de feiten voor de lokale situatie op tafel komen te liggen, denk hierbij aan golfhoogtes, stromingsrichtingen, bereikbaarheid, etc. In de GTU worden verschillende constructies toegelicht. Deze constructies ontstaan uit een brainstormsessie om een indruk te geven welke constructies er mogelijk zijn.

2.4 Geselecteerde locatie

Het ontwerp is als volgt opgebouwd. Eerst worden de bodemgegevens opgezocht, dit was niet eerder mogelijk vandaar dat dit niet in de GTU is gedaan. Vervolgens kan er aan de hand van de dieptegegevens worden bepaald op welke diepte de dam moet komen te liggen.

Stap twee is de constructie keuze, hierbij hoort tevens de bepaling van de toplaag. Dit wordt gedaan met de formule Van der Meer. De dam behoed het mogelijke strand tegen afslag. Nadat dit is uitgevoerd wordt er bepaald of er een salient of een tombolo gecreëerd² wordt, dit is afhankelijk van de afstand van de dam tot het strand. De stabiliteit van het strand wordt bepaald doormiddel van het berekenen van de kritische stroomsnelheid. Om het ontwerp compleet te maken worden de kosten bepaald en worden er tekeningen aangeleverd in bovenaanzicht en dwarsdoorsnede.

² Salient of tombolo zijn vormen die het strand uit natuurlijke processen aanneemt. De vorming is afhankelijk van een aantal factoren, namelijk afstand constructie tot strand, lengte/breedte van de constructie en de inval van golven. De vorm van het strand kan theoretisch bepaald worden door een formule in te vullen waaruit de vorm van het strand blijkt, deze wordt in de uitwerking van het gekozen ontwerp toegepast.



Afbeelding 3: Tombolo & salient (Deuxième Partie, sd)

3 Literatuurstudie

De literatuurstudie is tot stand gekomen door middel van literatuuronderzoek op internet en het archief van het Hoogheemraadschap in Heerhugowaard. Van de literatuurstudie is voordat het eindrapport tot stand is gekomen een deelrapport opgesteld, deelrapport A – Literatuurstudie. Het deelrapport is meegeleverd op de bijgevoegde DVD, zie bijlage 6.

3.1 Omgevingsstudie

In de omgevingsstudie wordt duidelijk welke belangen er gelden voor het Ceresstrandje. En waar een mogelijk nieuw strand mee te maken kan krijgen.

3.1.1 Referentie locatie

Als referentie voor het nieuwe strand wordt er gekeken naar de functie, ecologie en de belanghebbers van het bestaand Ceresstrandje.

Het bestaande strand wordt door de lokale bewoners gebruikt om de hond uit te laten of om te wandelen. Het strand heeft, bij hoogwater, een waterlijn van zo'n 400 meter en het strand is zo'n 20 tot 30 meter breed. Zwemmen wordt er amper gedaan omdat er veel oesters en andere schelpdieren op de vooroever liggen. Als toch wordt gezwommen, wordt dit gedaan met voldoende bescherming aan de voeten. Een nadeel van het Ceresstrandje is dat de waterdiepte amper toeneemt. Daarnaast moet er een afstand van ongeveer 200 tot 300 meter worden overbrugd voordat het water verder komt dan het middel van een volwassen persoon. Daarnaast wordt het strand ook gebruikt door gasten van de mini-camping "De Boerin" voornamelijk gedurende de zomerperiode.

In de loop der tijd heeft het strandje, voor de lokale bewoners, geleidelijk een recreatieve functie ontwikkeld. Met name het uitwaaien en het uitlaten van de hond is als functie van groot belang.

Zoals in de begrenzing van het onderzoek is beschreven heeft het strand geen nadrukkelijke ecologische functie en wordt deze op een nieuwe locatie niet teruggebracht. Bij het locatiebezoek viel op dat er maatregelen zijn getroffen tegen het verstuiwen van zand, zoals het aanplanten van een grasscherm. Daarnaast bevindt zich er een luwe zone bij laag water waardoor er verscheidene bodemdieren en strandlopers aanwezig zijn op het strandje.

3.1.2 Elementen

In dit hoofdstuk wordt er naar omgeving van de 11 km lange kustlijn gekeken. Het projectgebied loopt langs de oostkust van 't Horntje tot aan Texelsup ten noorden van Oudeschild.

Binnen het onderzoeksgebied bevinden zich een aantal belangrijke elementen, zoals kern-, lijn- en puntelementen. De kernelementen geven een beeld waar de potentiële gebruikers vandaan komen, de lijnelementen laten met name de route zien die kan worden gekozen tot een mogelijk strand en de puntelementen zijn geïsoleerde objecten die een rol kunnen spelen bij een mogelijk strand.

De grootste kern op Texel is Den Burg. Den Burg is gelegen in het midden van het eiland. De kernen die dicht bij het projectgebied liggen zijn; 't Horntje en Oudeschild. Andere grote kernen die weinig tot geen invloed hebben op het onderzoek zijn Den Burg, De Koog en Cockdorp. Deze kernen liggen dicht bij de Noordzeekant maar worden hier toch even benoemd.

De lijnelementen worden in beeld gebracht om een idee te vormen hoe de meeste gebruikers van een mogelijk strand zich naar het strand verplaatsen. Met name dijken en hoofdwegen zijn hierbij belangrijk. Hiertoe behoren de dijksecties 8 & 9. De wegen die hiervoor gebruikt worden zijn de

wegen die langs de dijksecties 8 & 9 liggen. De N-weg die gebruikt wordt op Texel is de N501, dit is tevens de enige N-weg op Texel, om het eiland te ontsluiten.

De puntelementen die binnen het projectgebied liggen zijn divers. Het gaat hier met name om de verschillende gemalen, natuurgebieden, forten en cultuurhistorische punten zoals de Hoge Berg. De algemene puntelementen bestaan uit het NIOZ-instituut, minicamping "De Boerin", fort De Schans en de twee hulpforten (Redoute & Lunette). Langs de oostkust van Texel wordt er bij oostenwind binnen het projectgebied gekitesurft. Ook zijn er twee havens aanwezig, namelijk veerhaven 't Horntje en de haven van Oudeschild. Tot slot bevindt er zich een recreatievoorziening in het noorden van het onderzoeksgebied, namelijk TexelSup. TexelSup is een surfschool opgericht door de familie van Dorian van Rijsselberghe.

3.1.3 Actorenanalyse

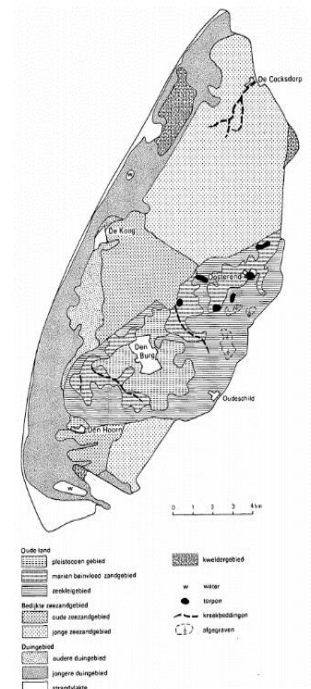
De actoren die van belang zijn gedurende het onderzoek zijn op één hand te tellen. Het gaat hier met name om de lokale bewoners en de bezoekers van de mini-camping. Deze mensen worden gedupeerd door de verdwijning van het strand. De lokale bewoners uit Oudeschild maken geen gebruik van het bestaande strandje omdat deze een eigen strandje hebben vlak bij de jachthaven van Oudeschild. Bij dit strand wordt evenals bij het Ceresstrandje geen toezicht gehouden. Omdat de Texelaars erg gesteld zijn op eigen waarde zoeken zij een strand waar geen toeristen komen, het bestaande Ceresstrandje.

3.2 Ontwikkeling zuidoostkust van Texel

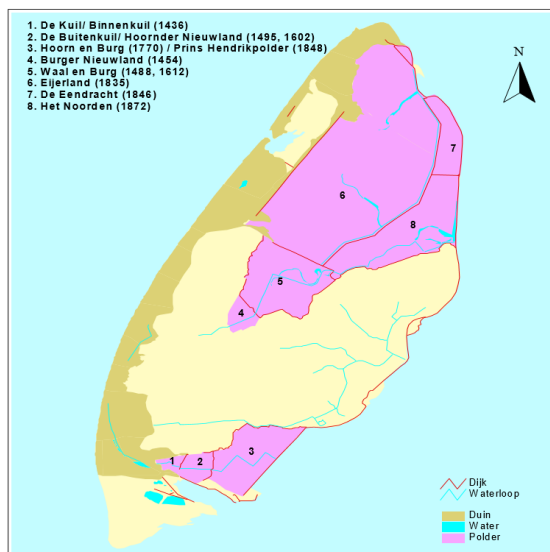
In dit hoofdstuk wordt onderzoek uitgevoerd naar de historische en (geo-) morfologische ontwikkelingen van Texel. Het onderzoek is met name gericht op het zeegat tussen Texel en Noord-Holland en de zuidoostkust van Texel. Hierbij wordt ingegaan op de belangrijkste ontwikkelingen in de periode van 1850 tot heden (2000). Voor deze periode van 150 jaar is gekozen omdat hierin de huidige vorm en de wijze waarop Texel tot stand is gekomen als referentie genomen kan worden voor de ontwikkelingen die in de komende jaren kunnen worden verwacht.

3.2.1 (Geo-) morfologische ontwikkelingen

Texel is vanuit de geschiedenis opgebouwd uit pleistocene afzettingen (keileem) met daaromheen veen- en kleigronden. Het keileem heeft zich in de IJstijd (pleistocene tijdperk) afgezet, hier is later Den Burg op gesticht. Aan de rand van de pleistocene afzettingen is in een latere periode na de IJstijd door de zee een zeekleipakket afgezet. Doordat de kern van Texel uit zeer compact keileem en zeeklei bestaat is de kern van Texel in al die jaren nauwelijks vervormd. Door de aanleg van dijken zijn kwelders en poldergebieden ingedijkt waardoor Texel de vorm heeft gekregen die we nu kennen. In afbeelding 4 is de bodemkaart van Texel te zien waarop de afzettingen zijn aangegeven.



Afbeelding 4: Bodemkaart
(Stichting van Bodemkartering,
1986)



Afbeelding 5: Bedijkingen Texel (Haartsen)

Voor het inpolderen van de gebieden op Texel zijn er dijken aangelegd. Texel wordt aan de Waddenzeekant beschermd door dijken. Vanaf 1436, zoals te zien in afbeelding 5, is er begonnen met het aanbrengen van dijken en inpolderen van de kwelder- veengebieden op Texel. De eerste Texelse polders, aan de noordkant van het eiland, werden in de dertiende eeuw drooggelegd. Vanaf de veertiende eeuw volgden de polders rond Den Hoorn.

3.2.2 Ontwikkeling zuidoostkust Texel

Tussen 't Horntje en fort Redoute lag een groot kweldergebied onderhevig aan eb en vloed. Na verschillende pogingen om de kwelder in te dijen (1776 & 1792) is de kwelder, bekend als de Prins Hendrikpolder, in 1847 definitief ingepolderd. In de tussenliggende tijd is er slechts één dijkversterking (1960 – 1981) toegepast aan de Waddenzeedijk. De aanleiding voor de versterking is de Watersnoodramp van 1953 waarbij ook op Texel een aantal dijkdoorbraken hebben plaatsgevonden die verschillende slachtoffers eisten.

Door de aanleg van de Afsluitdijk is de natuurlijke stroming aangepast waardoor het zwaartepunt van het kombergingsgebied van de Waddenzee noordelijker is komen te liggen. De Texelstroom is daarbij de hoofdgetijdegeul geworden en noordelijker uitgesleten. Als gevolg hiervan is de stroomsnelheid toegenomen wat geresulteerd heeft in het eroderen van de kust van Texel. Het keileem in de bodem van Texel heeft ervoor gezorgd dat de insnijding van de kust beperkt is gebleven. Op lokale schaal, zoals bij 't Horntje, heeft de erosie



Afbeelding 6: Zinkstukken Texelstroom (HHNK & Witteveen+Bos, 2016)

problemen gegeven. Ter bescherming hiervan is langs de gehele kust vanaf 't Horntje tot aan Oudeschild bodembescherming aangebracht in de vorm van zinkstukken, zie afbeelding 6.

Het Ceresstrandje is een strandje aan de noordkant van de Prins Hendrikdijk. Het strandje is in de loop der tijd door natuurlijke processen ontstaan en gevormd zonder dat er menselijke ingrepen hebben plaats gevonden. Het strandje is gevormd door een drietal factoren, namelijk; golven, stroming en uitstroom van de gemalen PH en de Schans.

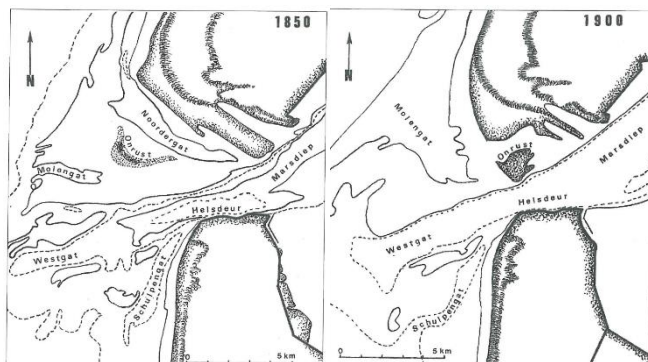
Na golven is transport door stroming de grootste bron van zandtransport. De Texelstroom is een stroomgeul waar, vooral met vloed, veel sediment door getransporteerd wordt. Doordat de Texelstroom diep is met steile wanden is sedimentspil minimaal. Het meeste transport vindt plaats net boven de bodem. Hierdoor zal er, uit de Texelstroom, netto weinig sediment getransporteerd worden richting de kust van Texel. Echter is het transport voldoende om de huidige situatie in stand te houden. (Veen, 2011)

Tot slot is er de uitstroom van de gemalen Prins Hendrik en de Schans. De gemalen pompen samen met het uitgeslagen water fijn sediment uit de polder de Waddenzee in. Op basis van eigen waarneming is vastgesteld dat het voornamelijk om zeer fijn kleiachtig materiaal gaat. Het gaat echter om een zeer kleine hoeveelheid die bijna verwaarloosd kan worden. De uitstroom van de gemalen heeft alleen plaatselijk een effect op de morfologie van de kust.

De combinatie van bovenstaande factoren heeft ervoor gezorgd dat het Ceresstrandje zich heeft kunnen vormen op de locatie waar het zich nu bevindt.

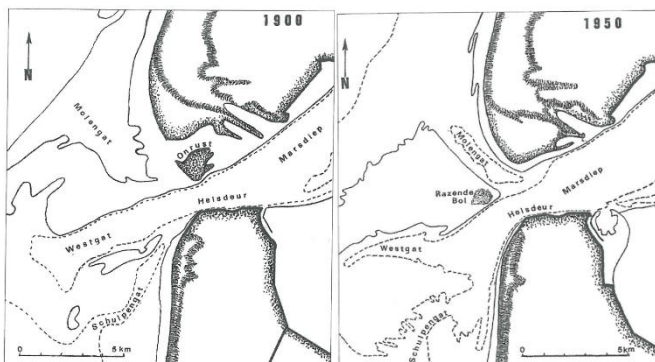
3.2.3 Vorming zeegat Texel

Om een goed beeld te schetsen over de ontwikkelingen van het zeegat (tegenwoordig Marsdiep genoemd), bestaande uit: Molengat, Westgat, Helsdeur, Schulpengat, Noordergat en het Marsdiep wordt er een analyse uitgevoerd. In deze analyse zijn een aantal kaarten binnen een tijdsbestek van 1850 – 1900 – 1950 – 2000 met elkaar vergeleken. Omdat voor de ontwikkeling van de zuidoostkust van Texel een sterke link bestaat met de ontwikkelingen in het zeegat van Texel ligt de nadruk van de beschrijving op het zeegat. (Schoorl, 1999)



Afbeelding 7: Reconstructie zuid Texel 1850 – 1900 (Schoorl, 1999)

In de periode vanaf 1850 tot 1900 is de stroomgeul van het Westgat vergroot, het Noordergat is dichtgeslibd en is verheeld aan Texel (1850-1900). Ook is zandplaat Onrust in vorm en locatie veranderd. Door de verzanding van het Noordergat is het Marsdiep groter geworden en is de zuidkust van Texel verder verzand. (Zie afbeelding 7)



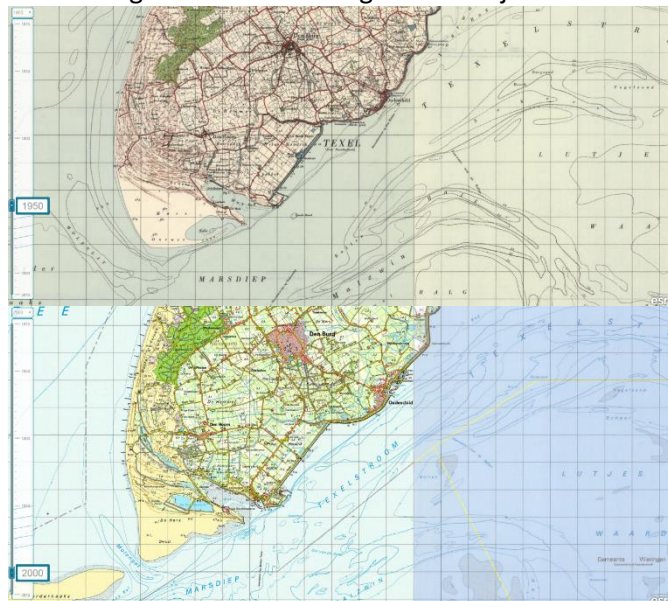
Afbeelding 8: Reconstructie zuid Texel 1900 – 1950 (Schoorl, 1999)

In de periode van 1900 – 1950 is de kust aan de zuidoostkant van Texel veranderd. Zo is zandplaat Onrust aan De Hors verzandt, zandplaat Razende Bol ontstaan en is de Afsluitdijk aangelegd (1927-1932). Door de verzanding van Onrust is de zuidkust van Texel in omvang toegenomen. Maar door de aanleg van de Afsluitdijk erodeert de oostkust. Dit heeft ervoor gezorgd dat de Texelstroom steeds meer richting de Texelse kust is gaan liggen en wat geresulteerd heeft in het uitslijten van

de kust, zie deelrapport A - Literatuurstudie hoofdstuk 1.3.2 Geschiedenis en ontwikkeling vooroever

PH-dijk en Texelstroom sinds 1900. Door de afsluiting van de Zuiderzee is de ontwikkeling van de hoofdgeul in de buitendelta zuidwaarts gemigreerd, zie afbeelding 8.

Omdat er geen kaart aanwezig is van het jaar 2000 die op dezelfde manier opgebouwd als de



kaarten uit 1850-1950 is er een keuze gemaakt om voor de periode na 1950 topografische kaarten te gebruiken. In deze periode is de Prins Hendrikdijk versterkt in het kader van de Deltawet (1958) en is de dijk aan de noordkant doorgetrokken waardoor de knik in de dijk, ter plaatse van natuurgebied Ceres, is verdwenen. Tevens is het kweldergebied voor de PH-dijk afgenomen. In deze periode is ook de TESO verplaatst naar 't Horntje, hierdoor is er een veerhaven ontstaan en is de zuidkust beschermd en vastgelegd. Ook is de zandplaat, aan de zuidzijde, sterk van vorm veranderd en is de Noorderhaaks erkend als zandplaat (zie afbeelding 9).

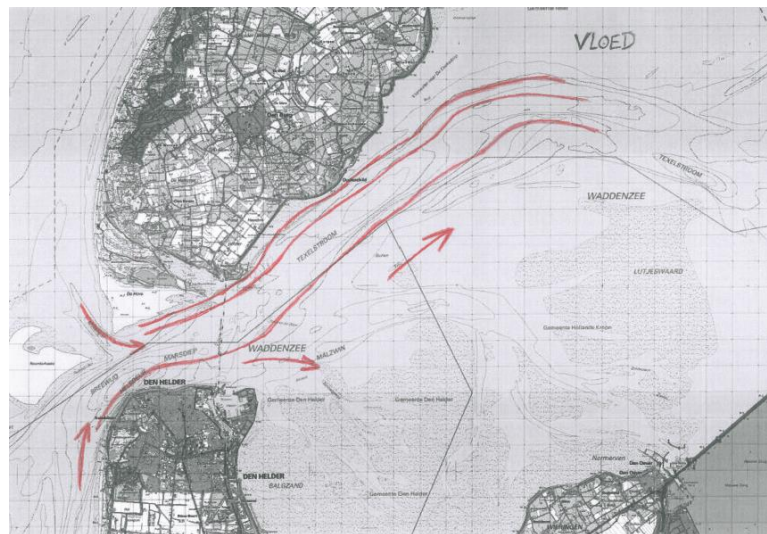
Afbeelding 9: Reconstructie zuid Texel (Kadaster / ESRI, 2017)

3.2.4 Stromingen zuidoostkust Texel

De Waddenzee is een dynamisch gebied. Om het systeem beter in beeld te krijgen worden de eb- en vloedstromen in combinatie met sedimentstromen bekeken.

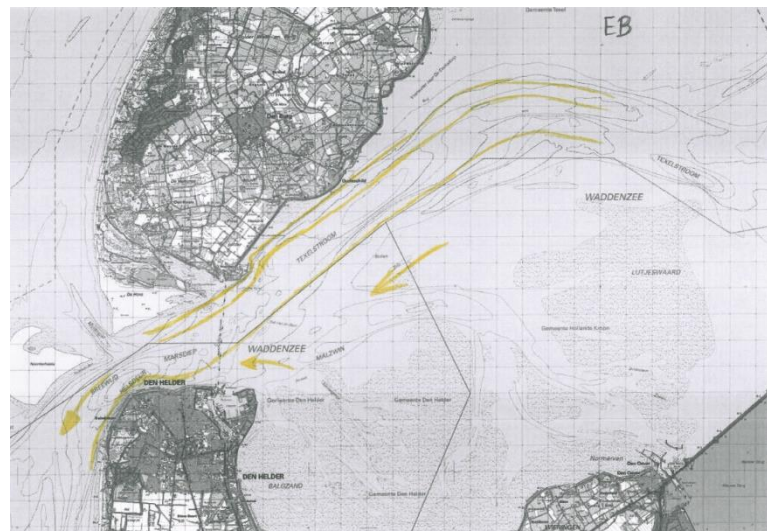
De Texelstroom is na de afsluiting van de Zuiderzee, door middel van de Afsluitdijk, de hoofd voerende getijdegeul van de Waddenzee geworden. Het zandtransport vanuit de Noordzee naar de Waddenzee is gelijk gebleven terwijl het oppervlak dat beïnvloed wordt afgenomen is. De afsluiting van de Zuiderzee heeft tot zandhonger in de Waddenzee geleid waardoor de eerder watervoerende geulen dichtslibben en de platen in de Waddenzee aanzanden door een afname van de stroomsnelheid. Ook de zeespiegelstijging veroorzaakt zandhonger omdat bij een hogere waterstand de stroomsnelheid afneemt waardoor er meer zand neerslaat.

De vloedstroom voert, het water en sediment vanaf de Noordzee via de Helsdeur en Molengat via het Marsdiep en Texelstroom aan richting de Waddenzee (zie afbeelding 10). Omdat 't Horntje en Oudeschild t.o.v. de omringende kust uitsteken en omdat de vloedstroom een bocht maakt zal de lokale stroomsnelheid hier toenemen. Door de bochtstroming zal de stroomsnelheid in de buitenbocht, ter plaatse van Oudeschild enigszins hoger zijn dan in de binnenbocht waardoor er uitslijting van de bodem optreedt.³



Afbeelding 10: Vloedstroom

Het zand dat wordt getransporteerd door de ebstroom is iets kleiner dan de hoeveelheid zand in de vloedstroom. De stroomsnelheid langs de kust is in beide gevallen bij Oudeschild het hoogst door de bocht die zich in de geul bevindt. In afbeelding 11 is de ebstroom te zien die via de Texelgeul, Marsdiep en Helsdeur terugstroomt naar de Noordzee.



Afbeelding 11: Ebstroom

³ Een soortgelijk mechanisme treedt op in een meanderende rivier, daar gemakkelijker waar te nemen.

Uit de literatuur blijkt dat er een netto zandimport richting Waddenzee aanwezig is (netto wil zeggen verschil tussen het zandtransport tijdens vloed en eb) de hoeveelheid sediment (zand en slib) dat wordt afgezet in de Waddenzee wordt geschat op 5 – 6 miljoen m³/jaar (Elias, 2006). Het netto zandtransport langs de oostkust van Texel is eveneens noordwaarts gericht, dit betekent dat de resulterende richting van het sedimenttransport in de Texelstroom richting het noorden is. Het netto zandtransport wordt afgeleid door het transport bij vloed van het transport bij eb af te trekken.

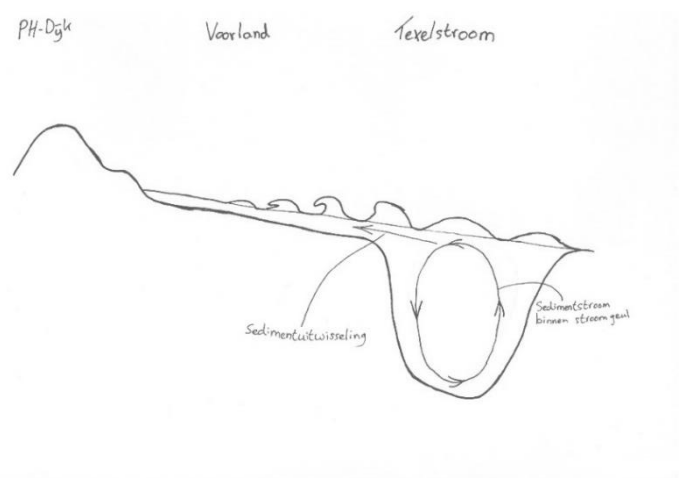


Afbeelding 12: Zanduitwisseling tijdens de vloed- & ebstroom tussen de stroomgeul en het gebied voor de kust van zuidoost Texel

Op lokale schaal spelen secundaire effecten een belangrijke rol voor de optredende morfologische ontwikkelingen. Zoals bij het kweldergebied voor de PH-dijk waarbij sprake is van zanduitwisseling tussen het kweldergebied nabij de PH-dijk en de Texelgeul, zoals in afbeelding 12 te zien is. De enigszins terug liggende kustlijn van de PH-dijk zorgt voor neerontwikkeling. (In afbeelding 14 is een schuine waterlijn te zien die ervoor zorgt dat er sedimentuitwisseling plaatsvindt). Via de neer wordt mogelijk zand uitgewisseld tussen de Texelstroom en het kweldergebied voor de PH-dijk. Het zand wordt vervolgens onder invloed van golven en stroming, zie afbeelding 13, verder noordwaarts naar het Ceresstrand getransporteerd. De golven ontstaan door de kracht van de wind en met name de windrichting is hierbij van belang. Zodra de golven vanuit de Texelstroom de bodem van de kwelder voelen treedt er refractie op. Dit betekent dat de golven bijdraaien naar de kust. De golven transporteren het sediment langs de kust in noordwaartse richting waar het uiteindelijk neerslaat bij het Ceresstrand. Het is mogelijk dat als er veel zand wordt getransporteerd er ook een deel van het zand terug in de Texelgeul verdwijnt waar het weer deel uit gaat maken van het grootschalige transportsysteem.



Afbeelding 14: Sedimenttransport langs de kust



Afbeelding 14: Schuine waterlijn door ligging in bocht

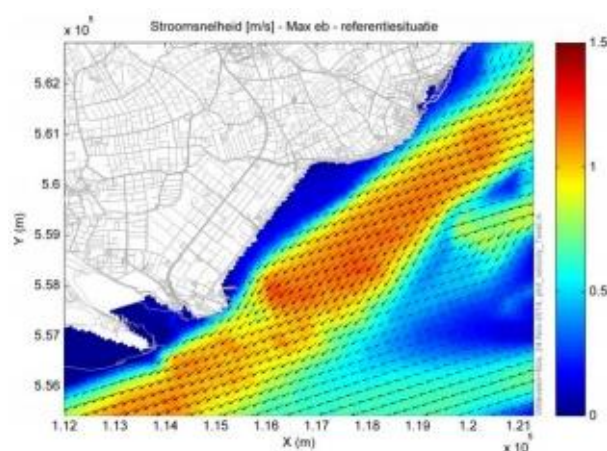
3.3 Hydraulische randvoorwaarden westelijke Waddenzee

In deze paragraaf worden de hydraulische randvoorwaarden die van belang zijn voor de ontwikkeling van het Ceresstrandje en een nieuw strand geanalyseerd. Hierbij wordt de nadruk gelegd op de zuidoostkust van Texel omdat dit als zoekgebied wordt beschouwd voor de situering van het recreatiestrand.

3.3.1 Getijstroming

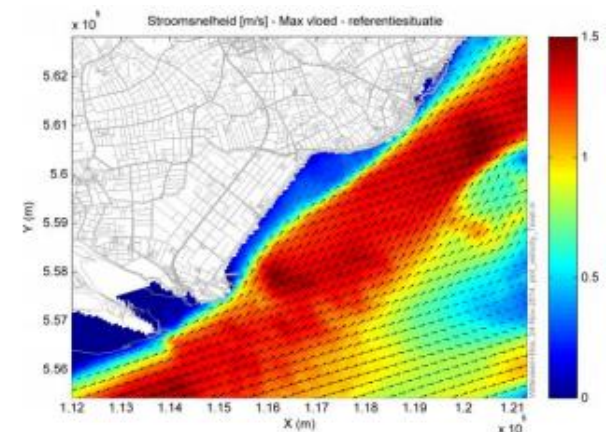
De getijstroming vertelt hoe het water door de Waddenzee stroomt bij eb en vloed, hierbij is met name de stroomsnelheid van belang omdat die het nodige kan vertellen over het sedimenttransport. Het stromingspatroon langs de zuidoostkust van Texel staat weergegeven in afbeelding 15 en 16.

De karakteristieke stroomsnelheden in de Texelstroom (onder gemiddelde omstandigheden) ter hoogte van 't Horntje en de PH-dijk is ca. 0.85 m/s en 1.25 m/s (Witteveen+Bos, 2009)



Afbeelding 15: Stroomsnelheid eb (Witteveen+Bos, 2009)

In de afbeelding 15 is te zien dat er in de Texelstroom, de rode gebieden, de stroomsnelheid hoog is, dit kan van invloed zijn op de locatiekeuze. Daarnaast is goed te zien dat de stroomsnelheid ter hoogte van de Prins Hendrikdijk zeer gering is. Ook nabij het Ceresstrandje is te zien dat hier zich een luwe zone bevindt. De stroomsnelheid in de geul bij eb ligt tussen de 1 en 1,25 m/s. De stroomsnelheid nabij het Ceresstrandje ligt rond de 0 m/s.



Afbeelding 16: Stroomsnelheid vloed (Witteveen+Bos, 2009)

In afbeelding 16 is net als bij de ebstroom, afbeelding 15, te zien waar de Texelstroom zich bevindt. In de geul is de stroomsnelheid namelijk hoger. Op de stromingskaarten bij vloed is goed te zien dat ook al is het vloed, de stroomsnelheid nabij het Ceresstrandje niet veel verschilt van de situatie bij eb. De stroomsnelheid bij vloed in de geul ligt rond de 1,4 m/s, bij het Ceresstrandje is de stroomsnelheid 0,25 m/s. (Witteveen+Bos, 2009)

3.3.2 Waterstanden

De waterstanden hebben betrekking op zowel dagelijkse als extreme omstandigheden. Om representatieve gegevens toe te lichten wordt er gebruikt gemaakt van de gegevens die betrekking hebben op Oudeschild omdat dit meetstation centraal in het projectgebied ligt. Deze gegevens zijn van belang voor het ontwerpen van de hoogte van een constructie om een mogelijk strand te maken voor bezoekers.

Dagelijkse omstandigheden

De waterstanden bij gemiddeld-, spring- en doottij zijn weergegeven in tabel 1.

Gemiddelde waterstanden		
Type Tij	Hoogwaterstand (m+NAP)	Laagwaterstand (m+NAP)
Gemiddeld tij	0,63	-0,78
Springtij	0,72	-0,86
Doodtij	0,53	-0,65

Tabel 1: Gemiddelde waterstanden Dagelijkse omstandigheden (Rijkswaterstaat, 1991)

Extreme omstandigheden

De extreme omstandigheden voor verschillende frequenties van optreden zijn weergegeven in tabel 2.

Gemiddelde over- en onderschrijdingsfrequentie	
Frequentie (jaar)	Waterstand (m+NAP)
Hoogwaterstanden	
1/10	2,95
1/5	2,70
Laagwaterstanden	
1/10	-2,10
1/1	-1,75

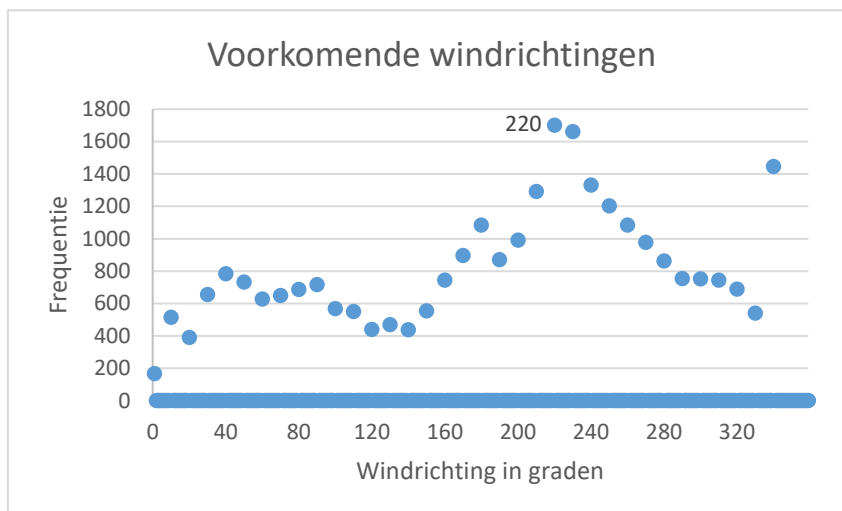
Tabel 2: Gemiddelde over- en onderschrijdingsfrequentie extreme omstandigheden (Rijkswaterstaat, 1991)

Ook speelt de zeespiegelstijging een rol in de waterstanden van de Waddenzee. Door de zeespiegelstijging komt de waterstand, als gevolg van klimaatveranderingen, steeds verder omhoog waardoor alle nieuwe kunstwerken en waterkeringen hierop voorbereid moeten zijn. De voorspelling is dat er in 2100 een stijging heeft plaatsgevonden van 35 tot 85 centimeter ten opzichte van het niveau in 1990 (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2017). Deze veranderingen worden verder in het project niet meegenomen omdat de aanleg van een recreatiestrand geen gevolgen met zich mee brengt met betrekking tot de waterveiligheid van een waterkering.

3.3.3 Golfomstandigheden

Bij de golfomstandigheden wordt er een analyse gemaakt van de golfhoogte. Hierbij wordt het lokale golfklimaat voor de dagelijkse omstandigheden (jaarrond golfklimaat) geanalyseerd, dit is van belang voor de lange termijn morfologische ontwikkelingen in langs richting (dynamisch evenwichtsprofiel, stabiliteit en verliezen) en in dwarsrichting (abrupte profielveranderingen, zeewaarts zandverlies en duinafslag). Daarnaast zijn de golfomstandigheden een belangrijke parameter bij het ontwerpen van een mogelijke dam om een recreatiestrand te beschermen. De grootste invloed wordt uitgeoefend als de wind van de Noordzee, in extreme condities, invloed krijgt op de golven van de Waddenzee, waardoor de golven opgestuwd worden. Als gevolg hiervan kan het strand worden afgeslagen en wordt de gradiënt van het strand groter.

Voor de dagelijkse situatie worden de golven in dit deel van de Waddenzee overwegend door wind opgewekt. Voor de dagelijkse situatie gedurende het jaar is de windroos belangrijk. De windroos is ingedeeld in klassen van 10 graden en is in deze klassen opgesomd om de frequentie in beeld te brengen. Voor Texel zijn de gegevens van het KNMI-weerstation De Kooy in Den Helder geraadpleegd (2011 – 2014). Hieronder is de windroos van weerstation De Kooy weergegeven.



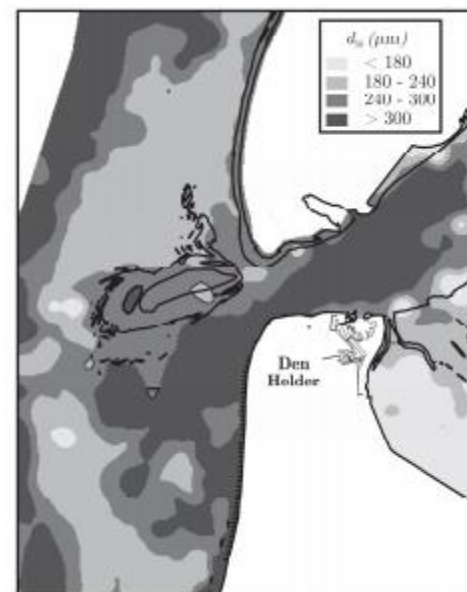
Figuur 1: Meest voorkomende windrichting van periode 2011 - 2014, gemeten in uren (versie april 2014)

Uit bovenstaande figuur 1 is af te lezen dat 220 graden, zuidwest, de meest voorkomende windrichting is. Voor deze windrichting ligt de zuidoost kust van Texel afgeschermd. Uit berekeningen, uitgevoerd door het HHNK, blijkt dat er 25% van de tijd geen wind en/of aanlandige wind voorkomt. Eerder valt op dat in circa 50% van de tijd golven binnenvallen met een golfrichting groter dan 120° en in circa 25% van de tijd met een golfrichting kleiner dan 120°. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de golven lokaal worden opgewekt en dat voor de dagelijkse situatie de golven die in de Noordzee worden opgewekt veel minder belangrijk zijn omdat de zuidoostkust van Texel voor deze windrichtingen wordt afgeschermd.

Voor de extreme situatie zijn in het kader van het PHZD-project eveneens golfberekeningen uitgevoerd (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2016). Hierbij is uitgegaan van een extreme situatie die 1 in de 4000 jaar voor komt (= gelijk aan de normfrequentie van dijkkring Texel). Of de golven in extreme situatie de zuidoostkust van Texel bereiken is afhankelijk van de golfdoordringing via het Marsdiep, dit is afhankelijk van de windrichting. Uit de berekeningen blijkt dat windrichting van 240 graden de grootste golfhoogtes veroorzaakt.

3.3.4 Gemiddelde sediment korreldiameter (D50)

Het Waddenzeesysteem is zoals eerdergenoemd een dynamisch systeem. Dit geldt ook voor de korreldiameter van het sediment. De Waddenzee werkt namelijk als een soort zeef mechanisme. Om een beeld te krijgen welke grootte een zandkorrel heeft voordat deze via het Marsdiep de Waddenzee bereikt en met name wordt getransporteerd door de Texelstroom is de volgende afbeelding 17 geanalyseerd. Hieruit blijkt dat het zand een diameter (D50) heeft van groter dan 300 μm . Omdat dit geen exacte getallen geeft is er een literatuuronderzoek gestart naar het rapport van Elias. Hieruit blijkt dat de korrelgrootte 450 μm is als het zand het Marsdiep bereikt (Elias, 2006). Naarmate het sediment verder de Waddenzee in stroomt neemt de korreldiameter af daar de stroomsnelheid afneemt en de grovere korrels eerder uitzakken, de fijnere korrels blijven langer in suspensie. Dit is belangrijk om te realiseren, omdat er uiteindelijk een nieuw strand wordt gerealiseerd waarbij de korrelgrootte moet matchen met de locatie, zodat bij een te fijne korrel het strand niet wegspoelt.



Afbeelding 17: Mediane korreldiameter Marsdiep (Witteveen+Bos, 2009)

3.4 Wetten en regels

Indien het strand gerealiseerd wordt, dient er aan verschillende wetten en regels voldaan te worden. De wetten en regels die mogelijk van belang zijn vooraf en tijdens de uitvoering worden in dit hoofdstuk toegelicht.

In onderstaande tabel 3 zijn de belangrijkste benodigde vergunningen en vast te stellen besluiten samengevat. In deelrapport A - Literatuurstudie, hoofdstuk 4 Wetten en regels zijn alle wetten uitgezocht die mogelijk van belang kunnen zijn voor het onderzoek. Deze zijn uit het eindrapport gefilterd, omdat er in het deelrapport uitgebreider is ingegaan op de verschillende soorten wetten en regels en wat deze inhouden.

In de volgende paragrafen wordt in het kort ingegaan op de verschillende vergunningen.

Vergunning/ontheffing	Bevoegd Gezag
Omgevingsvergunning strijdig gebruik vigerende bestemmingsplannen.	Gemeente Texel
Vergunning Natuurbeschermingswet aanleg en gebruik Recreatiestrand	Provincie Noord-Holland
Vergunning Natuurbeschermingswet zandwinning	Ministerie van Economische Zaken
Ontheffing Flora- en Faunawet	Ministerie van Economische Zaken
Ontgrondingsvergunning	Ministerie van Infrastructuur & Milieu, Rijkswaterstaat Zee en Delta

Tabel 3: Benodigde vergunningen

Omgevingsvergunning strijdig gebruik vigerende bestemmingsplannen

Voor de planologische inpassing van de Prins Hendrikzanddijk dient een aanvraag omgevingsvergunning 'strijdig' gebruik ingediend te worden omdat een recreatiestrand op dit moment niet inpasbaar is in de vigerende bestemmingsplannen. De aanvraag moet ingediend worden bij de gemeente Texel.

Vergunning Natuurbeschermingswet aanleg en gebruik Prins Hendrikzanddijk

Voor de aanleg- en gebruiksfase van het recreatiestrand is een vergunning op grond van de Natuurbeschermingswet noodzakelijk. Omdat de werkzaamheden leiden tot tijdelijke en permanente effecten op de Natura 2000-gebieden Waddenzee, Duinen, lage land van Texel en het beschermde natuurmonument Ceres. De aanvraag moet ingediend worden bij de Provincie Noord-Holland.

Vergunning Natuurbeschermingswet zandwinning

Voor de zandwinning op de Noordzee is een vergunning op grond van de Natuurbeschermingswet noodzakelijk omdat de werkzaamheden leiden tot tijdelijke negatieve effecten op Natura 2000-gebied(en). De aanvraag moet ingediend worden bij het Ministerie van Economische Zaken.

Ontheffing Flora- & Faunawet

De aanleg van een recreatiestrand heeft effecten op beschermde diersoorten. Voor negatieve effecten op beschermde diersoorten, zoals opgenomen in de Flora- en faunatoets, is een ontheffing van de Flora- en Faunawet bij het ministerie van Economische Zaken nodig. Door de komst van de Wet natuurbescherming wordt het bevoegd gezag per 1 januari 2017 de provincie Noord-Holland.

Ontgrondingsvergunning

Het benodigde zand wordt gewonnen op de Noordzee. Voor het winnen van zand in rijkswateren is de Ontgrondingswet en het Besluit ontgrondingen in rijkswateren van toepassing. De benodigde ontgrondingsvergunning die hieruit voortkomt moet aangevraagd worden bij het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat Zee en Delta. Eventueel zouden uitvoerende partijen gebruik kunnen maken van bestaande concessies.

Overige vergunningen

Overige handelingen of vergunningaanvragen die moeten worden gedaan zijn de verantwoordelijkheid voor de aannemer. Zo zal er een KLIC-melding voor het aanpassen/verleggen van kabels en leidingen moeten worden gedaan. De aannemer moet ook vergunningen aanvragen, voorbeelden hiervan kunnen een omgevingsvergunning zijn voor een tijdelijke opslag van zand of bouwmaterialen, een melding Activiteitenbesluit voor tijdelijke werkterreinen, een ontheffing van de Scheepvaartverkeerswet, een melding Besluit lozen buiten inrichtingen, een verkeersbesluit, een melding Besluit bodemkwaliteit (Bbk) en een sloopmelding.

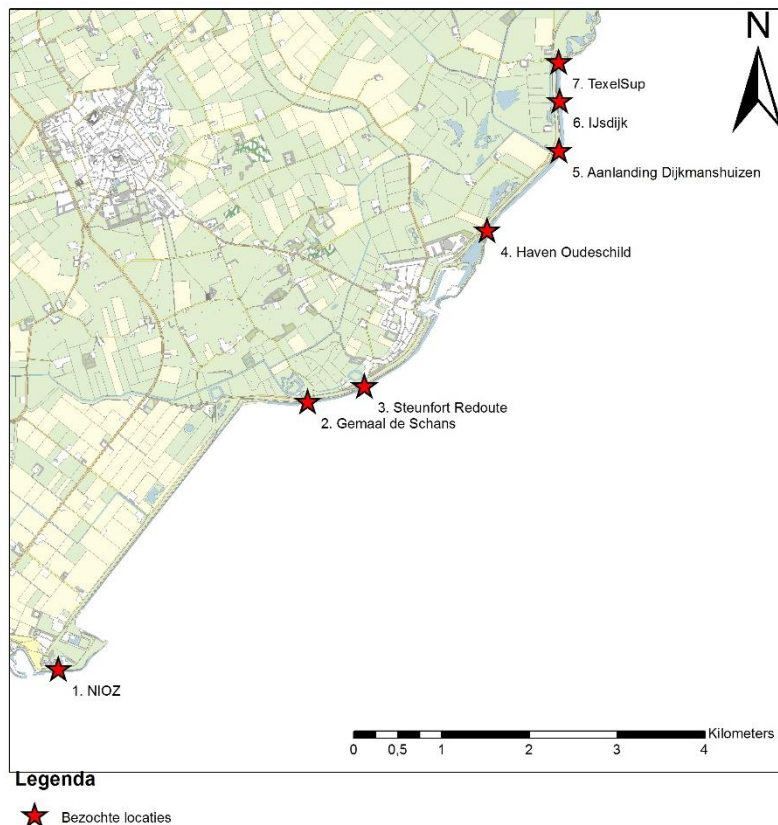
4 Locatiekeuze & Proces

In Locatiekeuze & Proces is de studie toegelicht die heeft geleid tot de gekozen locatie. Onderdelen hiervan zijn het locatiebezoek, de globale technische uitwerking (GTU) en de multi criteria analyse (MCA). Met aanvulling van literatuuronderzoek van internet en het archief van het Hoogheemraadschap is het deelrapport tot stand gekomen. Van de locatiekeuze & proces is voordat het eindrapport tot stand is gekomen een deelrapport opgesteld, deelrapport B – Locatiekeuze & Proces. Het deelrapport is meegeleverd op de bijgevoegde DVD, zie bijlage 6. Met name het locatiebezoek wordt hier uitgebreider in toegelicht.

4.1.1 Locatiebezoek

Het locatiebezoek is voor de start voorbereidt met behulp van een bureaustudie waarin een, eerste schifting binnen het projectgebied is gemaakt voor eventueel geschikte locaties (beschouwde gebied: veerhaven 't Horntje tot TexelSup). Op basis van een bureaustudie is er gekeken of het mogelijk is om een strand te realiseren op de verschillende locaties. Er zijn hierbij een zevental locaties geselecteerd die mogelijk geschikt zijn. Het betreft de volgende locaties; (zie afbeelding 18)

- Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee
- Gemaal De Schans
- Fort Redoute
- Haven Oudeschild
- Aanlanding Dijkmanshuizen
- IJsdijk
- TexelSup



Afbeelding 18: Bezochte locaties

Het locatiebezoek heeft plaats gevonden op 16 t/m 17 maart 2017. Met behulp van een checklist, weergegeven in bijlage 1, zijn de verschillende locatie getoetst. Om een beter en completer beeld te verkrijgen zijn er verschillende aspecten toegevoegd: namelijk: sociale aspecten, fysisch geografische aspecten, beleidvormingsaspecten, planvormingsaspecten en morfologische aspecten (zie deelrapport B- Locatiekeuze & Proces). Een uitgebreide analyse per locatie wordt toegelicht in het deelrapport B - Locatiekeuze & Proces

Bij de locatiekeuze & proces is het aantal locaties teruggebracht van zeven naar drie. Deze drie locatie worden gebruikt in de GTU en worden vervolgens uitvoerig onder de loep genomen in de MCA.

De uitkomst die voortkomt uit de het eerst gedeelte van het deelrapport is als volgt.

De zeven locaties moeten worden teruggebracht naar drie. Dit wordt gedaan aan de hand van een aantal criteria, namelijk; bereikbaarheid, afstand tot Ceresstrand, afstand tot Texelgeul, afstand tot gevaarlijke objecten, de beïnvloeding van het de uitstroom van een gemaal in de omgeving, etc. Deze

criteria zijn gevangen in verschillende aspecten. In de onderstaande tabel 4 is een overzicht weergegeven van de bevindingen.

Locatie	Naam	Sociale aspecten	Fysisch geografische aspecten	Morfologische aspecten	Beleidsvormings aspecten	Planvormings aspecten	Conclusie
1	TexelSup						Nee
2	IJsdijk						Nee
3	Aanlanding Dijkmanshuizen						Ja
4	Strand Oudeschild						Ja
5	Steunfort Redoute						Nee
6	Gemaal De Schans						Ja
7	NIOZ						Nee

Tabel 4: Overzicht sterke en zwakke punten verschillende locaties

	Voldoet
	Neutraal
	Voldoet niet

Tabel 5: Legenda tabel 4

Sociale aspecten

De bezochte locaties zijn getoetst op de sociale aspecten. De goede bereikbaarheid, afstand tot het huidige Ceresstrandje en (zwem)veiligheid zijn daarbij de belangrijkste vereisten. De locaties die het beste uit de locatiekeuze zijn gekomen, hebben daar ook erg goed op gescoord. De locatie NIOZ, locatie 7, is de enige locatie die niet voldoet. Daarnaast is de aanlanding Dijkmanshuizen neutraal, dit komt omdat er een gemaal direct aan de noordzijde van de aanlanding is gelegen. De overige locaties voldoen wanneer er naar de sociale aspecten wordt gekeken.

Fysisch geografische aspecten

De score op het gebied van fysisch geografische aspecten is minder goed, dit komt met name omdat er geen constructie aanwezig is waar een luwe zone mee gerealiseerd kan worden. Over het algemeen, dienen de locaties als waterkering, behalve het strand nabij de jachthaven van Oudeschild. Gezien de eigenschappen de dijk wordt het lastig om een strand te realiseren zonder constructie.

Morfologische aspecten

De score op de morfologische aspecten is goed te noemen. Steunfort Redoute en NIOZ voldoen niet omdat daar de stroomsnelheid te hoog is. Op de locatie van de IJsdijk is de golfval van invloed, maar de stroomsnelheid biedt opties. Wanneer er op de locatie aanlanding Dijkmanshuizen een strand gerealiseerd gaat worden, moet er rekening worden gehouden met diffracterende golven om de haak heen, hierdoor scoort deze locatie neutraal. De overige locaties voldoen op stroomsnelheid, invallende golven en de kans om een strand te realiseren.

Beleidsvormingsaspecten

De score na het locatieonderzoek op de beleidsvormingsaspecten is laag, geen enkele locatie voldoet. Er is slecht één locatie die niet meteen afgekeurd wordt, met name de mitigatie berm die bij

locatie 1, 2 en 3 ligt drukt op het resultaat. Ook wordt er weleens gezegd dat er naar huidige constructies wordt gezocht, als deze er al ligt kan deze gebruikt worden. Het gebruiken van een huidige constructie vraagt om het wijzigen van de huidige plannen (bestemmingsplan, structuurvisie) waardoor dit een negatief aandeel vormt.

Planvormingsaspecten

De planvormingsaspecten scoren niet veel beter dan de beleidsvormingsaspecten, die focussen op het vormen van het strand en wat daar voor nodig is. Hierbij wordt gefocust op de mogelijkheid om een constructie te creëren. Met name de locatie gemaal De Schans voldoet, omdat hier een uitstroom van een gemaal ligt die in de toekomst verdwijnt en gebruikt kan worden. Strand Oudeschild scoort neutraal omdat hiervoor de dam moet worden verlegd die er al ligt en de aanlanding Dijkmanshuizen moet worden verkleind, waardoor deze neutraal scoort. Locaties 2,5 en 7 scoren niet goed omdat een constructie lastig is te realiseren. Texelsup heeft last van de mitigatieberm waardoor deze locatie niet voldoet.

4.1.2 Locaties voor Multicriteria analyse & GTU

De locaties die het meest geschikt zijn bevonden voor het realiseren van een recreatie strand op basis van de analyse op de bovenstaande aspecten zijn hieronder vermeld op volgorde van geschiktheid:

1. Gemaal De Schans.
2. Strand Oudeschild.
3. Aanlanding Dijkmanshuizen.

Deze locaties zijn met name geschikt omdat de locaties scoren op de afstand tot het Ceresstrandje, de veiligheid en de morfologie (mogelijkheden zonder extra constructies aan te leggen).

5 Globale technische uitwerking (GTU)

In de globale technische uitwerking worden bovenstaande drie locaties nader onder de loep genomen, inclusief een verdere technische uitwerking. Een uitgebreide beschrijving is gegeven in deelrapport B - Locatiekeuze & Proces, hoofdstuk 2. De aspecten die bij de uitwerking aan bod komen zijn: hydraulische omstandigheden, bouwkundige aspecten, geometrische aspecten en wijze van uitvoering. Het deelrapport locatiekeuze & proces is meegeleverd op de DVD zich op de laatste pagina van dit rapport bevindt.

5.1 Hydraulische omstandigheden

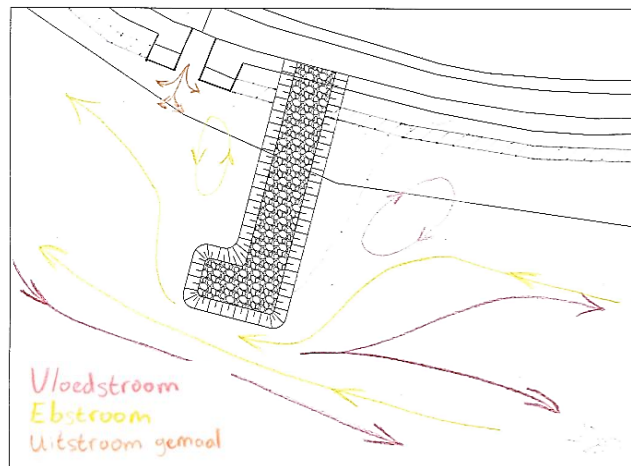
De hydraulische randvoorwaarden gaan in op de volgende aspecten: stromingsrichting en sedimenttransport, stroomsnelheid, bodemprofiel, golfhoogte, dominante golfrichting, morfologische stabiliteit en korrelgrootte.

5.1.1 Stromingsrichting en sedimenttransport

In deze paragraaf wordt de lokale morfologische situatie toegelicht en geanalyseerd.

Aanlanding Dijkmanshuizen

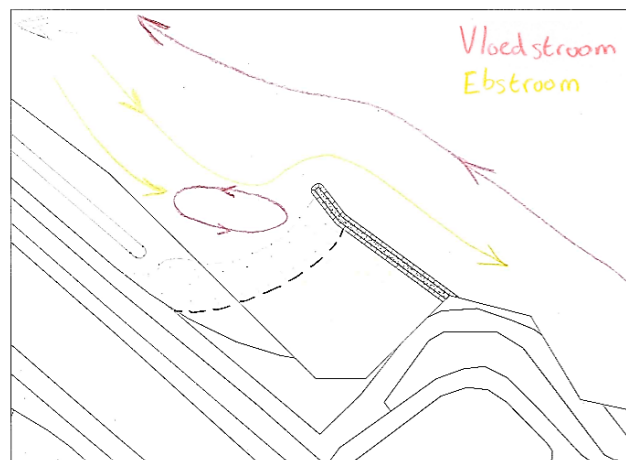
Stromingsimpressie bij aanlanding Dijkmanshuizen. De vloedstroom is dominant, terwijl de ebstroom dat niet is. Het zand slaat neer achter de dam bij vloed. Ook het gemaal is nog van invloed. (Zie afbeelding 19)



Afbeelding 19: Aanlanding Dijkmanshuizen

Haven Oudeschild

In afbeelding 20 is de stroming nabij het strand in de haven van Oudeschild weer gegeven. Door de dam ontstaat er een neer voor het strand. Dit kan gevaarlijk zijn voor de zwemmers, door deze neer slaat het zand ook neer.



Afbeelding 20: Haven Oudeschild

Gemaal De Schans

In afbeelding 21 is de stroming bij gemaal De Schans weergegeven in de huidige situatie. Op de afbeelding is te zien dat het gemaal invloed heeft op de stroming, daarnaast heeft de uitstroombaan invloed op het neerslaan van zand aan weerszijden.



Afbeelding 21: Gemaal de Schans

5.1.2 Stroomsnelheid

De stroomsnelheid binnen het projectgebied is geanalyseerd in de literatuurstudie. Uit de afbeelding 17 & 18 van het deelrapport A - Literatuurstudie, hoofdstuk 2.2 wordt duidelijk wat de stroomsnelheid is op de locatie. De locatie aanlanding Dijkmanshuizen is een uitzondering hierop, deze locatie valt net buiten de kaarten. Hieronder zijn de stroomsnelheden per locatie weergegeven.

Aanlanding Dijkmanshuizen

Geschat wordt dat de stroomsnelheid, omdat de aanlanding zich net buiten de kaart begeeft, bij eb 0,8 m/s is en bij vloed 0,5 m/s bedraagt.

Haven Oudeschild

Voor de locatie waar het recreatiestrand kan worden uitgebreid. Is de maximale vloedstroomsnelheid $\pm 0,4$ m/s en de maximale stroomsnelheid bij eb bedraagt 0,25 m/s.

Gemaal De Schans

Op deze locatie is de stroomsnelheid het laagste van de drie locaties. De stroomsnelheid met vloed bedraagt 0,2 m/s. De stroomsnelheid bij eb bedraagt 0,1 m/s.

5.1.3 Golfhoogte

De golfhoogte wordt per locatie geanalyseerd. Hiermee kan later worden bepaald hoe sterk een mogelijke constructie moet zijn om het strand stabiel te houden.

De golfhoogte op de drie locaties is afhankelijk van de windrichting. In dagelijkse omstandigheden is de windrichting afkomstig uit zuidwestelijke richting (220 graden). Uit figuur 1 van de Literatuurstudie, hoofdstuk 3.3.3 blijkt dat de gemiddelde golfhoogte bij een windsnelheid van 5 m/s, 0.22 meter is.

5.1.4 Dominante golfrichting

De golven in de Waddenzee worden voornamelijk aangedreven door de wind. Dat betekent dat bij de dominante windrichting (zuidwest) de Waddenkust van Texel in de luwte ligt. Bij deze dominante windrichting heeft de Waddenkust van Texel veel minder golfbelasting te verduren dan de

Noordzeekust van Texel. Alleen door refractie⁴ van golven welke vanaf de Noordzee door het Marsdiep de Waddenzee zijn binnengedrongen, komen de golven toch aan de kust terecht. Maar dan hebben de golven al veel van hun energie verloren.

5.1.5 *Morfologische stabiliteit*

Afhangend van de constructie die gerealiseerd wordt kan er worden bepaald of de morfologische stabiliteit van het strand voldoende is en deze voldoet aan de randvoorwaarde van een instandhouding van minstens 10 jaar. De kritische stroomsnelheid is de leidende randvoorwaarde of het strand blijft liggen.

Met behulp van de formule van Van Rijn wordt de stabiliteit van het strand berekend. De formule is gegeven in hoofdstuk 2, paragraaf 2.2.1.6 Morfologische stabiliteit van het deelrapport B - Locatiekeuze & Proces.

Nadat de formules zijn ingevuld wordt de kritische stroomsnelheid bepaald (voor Oudeschild). Hieruit blijkt dat de kritische stroomsnelheid, afhankelijk van de bodemruwheid, varieert tussen de 0,17 en 0,22 m/s.

5.1.6 *Korrelgrootte*

De korrelgrootte is geanalyseerd door het bedrijf Wiertsema & Partners BV. Dit bedrijf heeft zeefkrommes gemaakt van het zand dat is meegenomen tijdens het locatiebezoek. In de onderstaande tabel 6 is de D50 per locatie vermeld. Hierbij aangegeven dat er van de locatie Dijkmanshuizen geen monsters beschikbaar zijn, dit is een interpolatie tussen de locaties Texelsup en Haven Oudeschild, dus een benadering.

Locatie	Mediane korreldiameter (D50)
Aanlanding Dijkmanshuizen	0,278 mm
Haven Oudeschild	0,223 mm
Gemaal De Schans	0,267 mm

Tabel 6: Mediane korreldiameters

5.2 *Bouwkundige aspecten*

Voor het hoofdstuk bouwkundige aspecten is een brainstormsessie uitgevoerd. Deze brainstormsessie heeft zes varianten op constructies opgeleverd per locatie, te vinden in deelrapport B – Locatiekeuze & Proces, hoofdstuk 2.2.2.

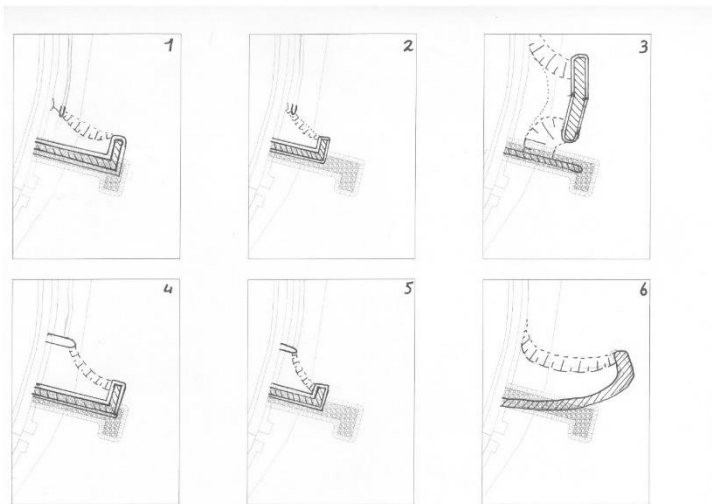
⁴ Refractie (= het afbuigen richting de kust) wordt veroorzaakt doordat de golven de bodem raken waardoor energie verloren gaat tot het moment dat de golven breken.

Aanlanding Dijkmanshuizen

Omdat er op dit moment een aanlandingsconstructie is aangelegd om de dijkversterking uit te voeren, kan deze constructie na de dijkversterking nuttig worden hergebruikt. De huidige constructie is op dit moment 120 meter lang met een haak die 15 meter breed is gericht naar het zuiden.

De huidige constructie is voor het gebruik van een recreatiestrand te robuust (steensortering 60-300 kg).

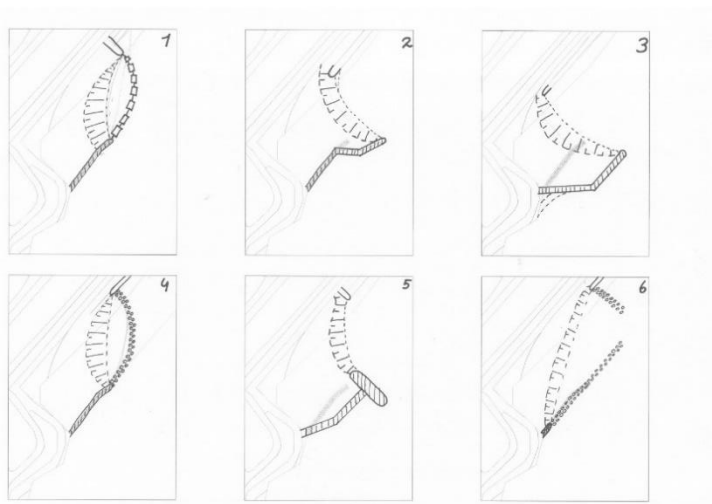
Om de functie en de veiligheid te waarborgen is het van belang dat de dam wordt verlaagd en wordt versmald. Omdat aan de zuidkant van de aanlanding een gemaal is gevestigd, is het noodzakelijk dat de haak 180 graden wordt gedraaid. Hierdoor kan er aan de noordkant een strand worden gemaakt. De varianten op de verschillende soorten dammen zijn in hoofdstuk 2.2.2 van het deelrapport B - Locatiekeuze & Proces toegelicht. Ook in afbeelding 22 zijn deze constructies weergegeven.



Afbeelding 22: Constructies Dijkmanshuizen

Haven Oudeschild

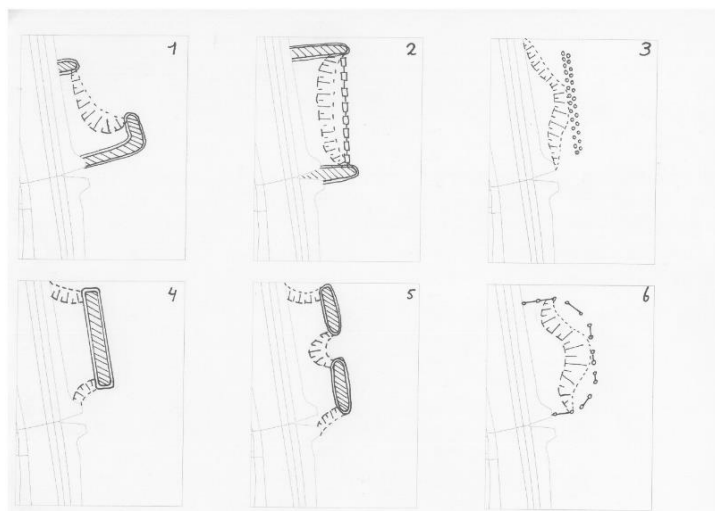
In de haven van Oudeschild is op dit moment een recreatiestrand aanwezig. Het strand heeft zich gevormd door de invloed van een constructie die door de mens is aangelegd. Om ervoor te zorgen dat het huidige strand ook voor de mensen die het Ceresstrandje gebruiken voldoet dient het strand uitgebreid te worden. De varianten op de constructies gelegen bij het strand zijn gegeven in hoofdstuk 2.2.2 van het deelrapport B - Locatiekeuze & Proces. Naast de beschrijving zijn in afbeelding 23 de constructies weergegeven.



Afbeelding 23: Constructies Oudeschild

Gemaal De Schans

Op de locatie gemaal De Schans is een uitstroom constructie van het huidige gemaal gesitueerd. Deze uitstroomconstructie wordt gebruikt om een nieuw strand te creëren. De uitstroom constructie bestaat op dit moment uit een gespiegelde trapeziumvormige constructie. De constructie bestaat uit damwanden die zijn opgevuld met zetsteen. Ook hierop zijn varianten bedacht en toegelicht in hoofdstuk 2.2.2 van het deelrapport B - Locatiekeuze & Proces. Tevens is de afbeelding hiernaast ook weergegeven (afbeelding 24).



Afbeelding 24: Constructies De Schans

5.3 Geometrische aspecten

In deze paragraaf worden de geometrische aspecten toegelicht, hiermee wordt het volgende bedoeld: De afmetingen van een mogelijk strand met daarbij de inhoud, dus hoeveel zand is er ongeveer nodig voor het realiseren van een strand op een bepaalde locatie.

De geometrische aspecten zijn bepaald en gerefereerd aan het gemiddeld hoogwater. Dit is van belang bij de bepaling van de hoeveelheden zand die benodigd zijn bij het ontwerpen van het strand. In deelrapport B - Locatiekeuze & Proces is een voorbeeld gegeven van de berekening die gedaan is om een benadering te verschaffen van de hoeveelheid zand die ongeveer nodig is. Deze voorbeeldberekening is te vinden in hoofdstuk 2.2.3 van het deelrapport B - Locatiekeuze & Proces.

De berekening zijn uitgevoerd voor de drie verschillende locaties:

Aanlanding Dijkmanshuizen

Bij de aanlanding Dijkmanshuizen is, bij hoogwater, geen huidig strand aanwezig. Op deze locatie is te zien dat er aan de noordkant van de aanlanding sedimentatie plaatsvindt. Om een strand aan te brengen met een breedte van 15 meter is, afhankelijk van de gradiënt, een hoeveelheid zand nodig van 3600 – 9000 m³.

Haven Oudeschild

Het huidige strand in de haven van Oudeschild is 70 meter lang en 35 meter breed. Dit betekent dat het huidige strand een oppervlakte heeft van 3500 m². De constructies die gemaakt zijn voor deze variant focussen zich op het uitbreiden van het strand. Hierbij is het criterium dat het strand wordt uitgebreid tot 5000 m². Op dit moment is niet te zeggen hoe groot een bepaalde constructie wordt, indien de locatie gekozen wordt, wordt dit later bepaald. Om een indicatie te kunnen maken van de kosten om een groter strand aan te leggen kan er gerefereerd worden aan aanlanding Dijkmanshuizen.

Gemaal De Schans

Op de locatie gemaal De Schans waar de huidige uitstroom constructie zich bevindt vindt in de huidige situatie sedimentatie plaats van het zand. Bij hoogwater is het huidige strand volledig overstroomt, bij laag water is er aan de noordkant een strand met een oppervlakte van zo'n 180 m² en een waterlijn van zo'n 15 meter. De uitstroomconstructie van het gemaal bestaat uit 2 constructies met een oppervlakte van zo'n 200 m². Het strand wat op deze locatie gerealiseerd zou worden zal bestaan uit ongeveer 10.000 m³. Welke constructie (en afmetingen van constructie) nodig is om de gewenste strandoppervlakte te krijgen wordt, indien gekozen, bepaald in de verdere uitwerking.

6 Multi Criteria Analyse (MCA)

Om het aantal locaties terug te brengen van drie naar één is er een multi criteria analyse (afgekort MCA) uitgevoerd. De locaties die mee worden genomen zijn: gemaal De Schans, Haven Oudeschild en Aanlanding Dijkmanshuizen. Deelrapport B - Locatiekeuze & Proces is meegeleverd op de DVD, zie bijlage 6, hierin is de MCA uitgebreid toegelicht.

Voordat de MCA is opgesteld, zijn er zoekcriteria vastgesteld. Dit negental zoekcriteria is de leidraad voor de MCA. De negen zoek criteria die opgesteld zijn, zijn:

1. Afstand tot het Ceresstrandje
2. Natuurlijke aanzanding
3. Uitvoerbaarheid binnen regelgeving
4. Combinatie met de PHZD
5. Omvang van het te realiseren strand
6. Visuele beleving
7. Bereikbaarheid en ontsluiting
8. Noodzaak tot toepassen van aanvullende constructies
9. Mogelijkheid tot recreatie

Een uitgebreide toelichting van de zoekcriteria is gegeven in deelrapport B - Locatiekeuze & proces. Hoofdstuk 3.1

Vervolgens kan de MCA worden opgesteld. De MCA is te zien in tabel 7, de uitleg over de uitvoering van de MCA is gegeven in deelrapport B - Locatiekeuze & Proces in hoofdstuk 3.2.1

6.1 MCA-tabel

MCA-score tabel	Afstand	Aan-zanding	Uitvoer-baarheid	PHZD	Omvang	Beleving	Bereikbaarheid	Constructies	Recreatie
<i>Aanlanding Dijkmanshuizen</i>	4 km	Veel	Lastig	Nee	Cat. 4	Nee	Slecht	Geen	Geen
<i>Haven Oudeschild</i>	3km	Weinig tot geen	Ja	Nee	Cat. 5	Ja	Goed	Ja	Ja
<i>Gemaal De Schans</i>	<1 km	Licht	Ja	Ja	Cat. 5	Ja	Gemiddeld	Ja	Ja
Universele score									
<i>Aanlanding Dijkmanshuizen</i>	1	4	1	1	3	1	2	5	1
<i>Haven Oudeschild</i>	2	1	3	3	4	4	5	1	5
<i>Gemaal De Schans</i>	5	2	2	5	4	5	3	1	3
Wegingsfactoren	10	6	6	4	4	6	8	6	4
<i>Aanlanding Dijkmanshuizen</i>	10	24	6	4	12	6	16	30	4
<i>Haven Oudeschild</i>	20	6	18	12	16	24	40	6	20
<i>Gemaal De Schans</i>	50	12	12	20	16	30	24	6	12
Totaal									
<i>Aanlanding Dijkmanshuizen</i>		112							
<i>Haven Oudeschild</i>		162							
Gemaal De Schans		182							

Tabel 7: Multi criteria analyse tabel

De MCA-tabel die hierboven gegeven is, tabel 7, is de tabel die de locatiekeuze ondersteunt. Deze tabel geeft een beeld hoe het keuzeproces tot stand is gekomen.

6.2 Conclusie

Aan de hand van de resultaten van de MCA wordt hieronder kort ingegaan op de score van de verschillende locaties.

Aanlanding Dijkmanshuizen

De eerste locatie die geanalyseerd is, is de aanlanding Dijkmanshuizen. Deze locatie scoort met name op de criteria afstand, uitvoerbaarheid, Combinatie PHZD & beleving erg laag. De locatie ligt namelijk ver van het Ceresstrandje af en is geen meerwaarde voor de PHZD. Maar kan wel dienen als recreatiestrand op zichzelf. Daarnaast laat de bereikbaarheid te wensen over. De locatie is wel te bereiken per fiets of voet, maar met de auto is de locatie niet bereikbaar. Een andere mogelijk struikelblok is de mitigatieberm die gelegen is aan de buitendijkse zijde. Deze mitigatie berm kan een obstakel vormen in het planvormingsproces. Positief scoort deze locatie op de grootte van het strand, want op deze locatie kan een flink strand worden gerealiseerd (cat. 5). Met al deze mankementen scoort de locatie 112 punten.

Haven Oudeschild

De tweede locatie is het strand nabij de haven van Oudeschild. Nadeel van dit huidige strand is de afstand tot aan het Ceresstrandje, deze bedraagt 3 km. Daarnaast ligt er op deze locatie ook een mitigatie berm binnen 500 meter, dit beperkt de uitbreidingsmogelijkheden van het huidige strand. Voordelen die deze locatie met zich meebrengt zijn met name de bereikbaarheid. Daarnaast is het gemakkelijk te voet of per fiets bereikbaar, met voldoende parkeerplaatsen voor automobilisten (10). Uiteindelijk heeft het strand bij de haven van Oudeschild een score van 162 punten.

Gemaal De Schans

De locatie die het meest geschikt is, is de locatie gemaal De Schans. Deze locatie scoort het beste op het belangrijkste punt, afstand tot het Ceresstrandje. De bereikbaarheid is niet slecht en het voordeel van deze locatie is dat het strand in de PHZD kan worden geïntegreerd. Zo kan de recreatie binnen de PHZD worden gecombineerd met het strand. Het nieuwe strand ligt op nagenoeg dezelfde plaats als het Ceresstrandje. Uiteindelijk krijgt de locatie gemaal De Schans 182 punten, daarmee is het de meest geschikte locatie.

Op basis van de resultaten van de MCA wordt gekozen om de locatie van gemaal De Schans verder uit te werken. Hiervan wordt een voorlopig ontwerp (VO) getekend, dit wordt gecombineerd met constructie berekeningen en constructietekeningen.

In het deelrapport B - Locatiekeuze & Proces is een discussie toegelicht. De discussie over de MCA komt aan bod in paragraaf 3.4 van deelrapport B - Locatiekeuze & Proces

7 Voorlopig ontwerp (VO) strandplan De Schans

In dit hoofdstuk wordt de constructie en het ontwerp van het strand en de strekdam toegelicht.

7.1 Uitgangspunten

In deze paragraaf worden de uitgangspunten voor het gebruik en de realisatie duidelijk, om te bepalen welke constructie en strand er wordt gerealiseerd. De uitgangspunten voor het gebruik worden in onderstaande tabel weergegeven.

Uitgangspunten	
1	De locatie dient parkeerruimte te hebben voor 6 auto's of meer
2	Strand moet uit zandig materiaal bestaan
3	Strand mag de uitstroom van gemaal niet belemmeren
4	Strand moet zwemveilig zijn (Vreman, 2008) • Talud (>20% tot 1.50 meter diepte) • Stroming (<0.5 m/s) • Geen scherpe voorwerpen op bodem (Japanse oester of andere hechtende schelpdieren) • Er mag geen muivorming optreden met een stroomsnelheid van > 0.5 m/s

Tabel 8: Uitgangspunten ontwerp recreatiestrand

De uitgangspunten waarvan uit wordt gegaan tijdens de realisatie van dit onderzoek worden hieronder toegelicht.

- Onderhoud

Het nieuwe strand moet minstens 10 jaar onderhoudsvrij zijn, na deze tijd mag er onderhoud worden gepleegd aan het strand in de vorm van suppletie.

- Strekdam

Er is uitgegaan van een strekdam van breuksteen omdat deze de natuurlijke doorstroming bevordert nabij het strand. Hierdoor wordt een salient gevormd, doormiddel van natuurlijke doorstroming kan het strandgevoel worden bevorderd.

- Ontwerphoogte Strekdam

De ontwerphoogte van de strekdam bevindt zich op 2,70 meter + NAP, dit is een waterstand die 1 keer per 5 jaar voor kan komen. Het strand mag eens per 10 jaar worden gesuppleerd, met deze dam moet dat voldoende zijn omdat deze een waterstand van eens per 5 jaar dekt. Wanneer de dam hoger wordt, verliest het strand zijn strandgevoel en zitten de bezoekers tegen een "muur" aan te kijken.

- Ontwerphoogte strand

De ontwerphoogte van het strand wordt gebaseerd op het verloop van de bodem en het gemiddelde hoogwater. Met behulp van deze twee gegevens kan er een strandhoogte bepaald worden die ook met hoogwater nog boven water blijft. Om ervoor te zorgen dat het strand voldoende droog oppervlak behoudt bij hoogwater wordt er over de gehele breedte vanaf de kust tot aan de strekdam een pakket zand aangebracht van 2 meter.

- Huidige gemaal wordt niet gesloopt

Er wordt ervan uitgegaan dat het huidige gemaal niet wordt gesloopt. Zodat de huidige uitstroomconstructie kan dienen als stabilisator voor het strand. Het gemaal maakt het strand daarnaast ook toegankelijk door een trap en een uitkijkpunt.

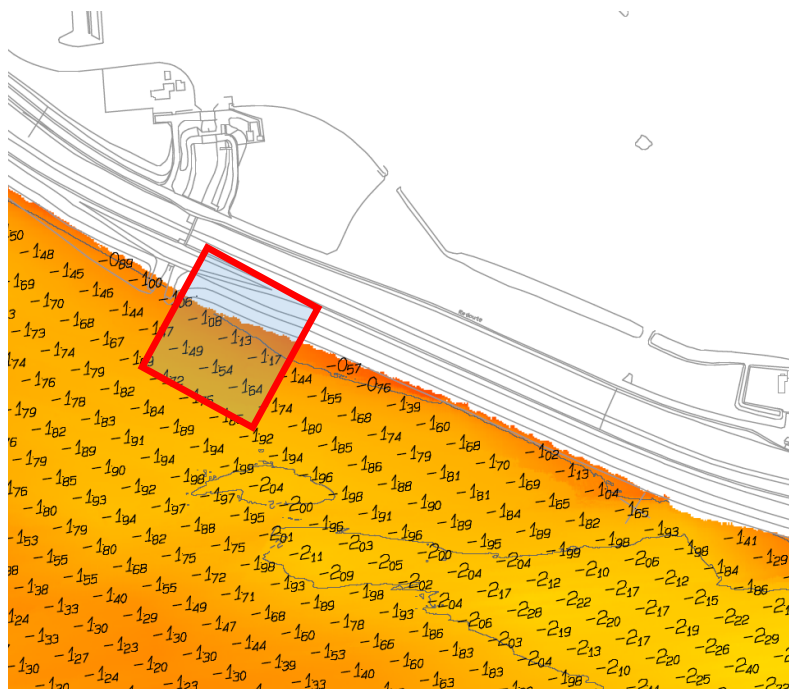
- Korrelgrootte strand

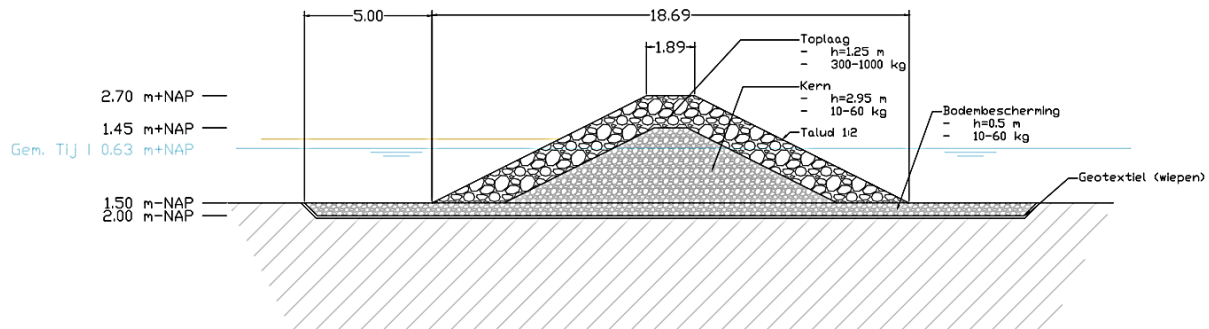
De korrelgrootte die voor het strand wordt gebruikt, is de korrelgrootte die er al te vinden is. Namelijk 0,267 mm, zodat het strand goed in de natuur en het evenwicht van het Waddenzeesysteem past.

7.2 Bodemgesteldheid

Voordat de constructie kan worden ontworpen moet er nader onderzoek worden verricht naar de bodemgesteldheid. Via Wiertsema is duidelijk geworden dat de korrel diameter 0,267 mm is bij gemaal De Schans.

Nader onderzoek wijst uit dat er een bathymetrische meting is gedaan voor de PHZD. Uit de bathymetrische meting blijkt dat de diepte nabij de dijk varieert tussen de 1,08 meter – NAP en 1,17 meter – NAP. Zeewaarts blijkt dat de diepte waar de mogelijke dam wordt geplaatst (40-50 meter uit de kust) tussen de 1,49 tot 1,54 meter - NAP ligt, zie afbeelding 25.





Afbeelding 26: Dwarsdoorsnede strekdam

De dam die op afbeelding 26 (zie ook bijlage 5.1) te zien is, is de definitieve dam die aangelegd moet worden om een strand te situeren. Hierop is te zien dat de dam is opgebouwd uit de volgende delen:

1. Toplaag
2. Kern
3. Bodembescherming

De toplaag bestaat uit twee keer de nominale diameter (2 keer Dn50). De kruin van de dam is drie keer de nominale diameter (Dn50) breed. In de onderstaande paragraaf 4.1.1 is de berekening van de toplaag beschreven.

De dam op de dwarsdoorsnede, afbeelding 26, is bepaald op een waterstand die eens in de 5 jaar voorkomt. Dit is 2,70 meter + NAP, hiermee is ook gerekend bij bepaling van de toplaag. De toplaag heeft een dikte van 1,25 meter met daar onder een kern van 2,95 meter dik. De bodembescherming, bestaande uit een wiepenrooster met textiel en afgedekt met 10-60 kg stenen, heeft een dikte van een halve meter.

7.3.1 Bepaling steensortering

Om tot een steensortering te komen wordt de formule van Van der Meer gebruikt. In deze formule wordt de stabiliteit van de dam berekend. De toplaag beschermt de constructie tegen golfafslag, met behulp van de volgende parameters kan er een stabiele Dn50 worden bepaald:

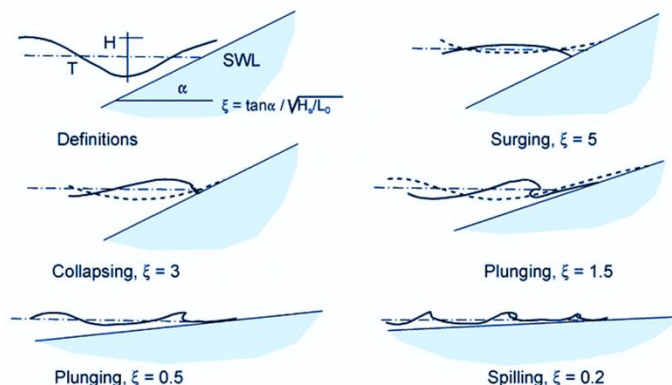
- Golfhoogte (H_s)
- Golfperiode (T_m)
- Hellingshoek ($\tan \alpha$)
- Schadeniveau (S_d)
- Mate van openheid (P)
- Relatieve dichtheid (Δ)
- Aantal golven per storm (N)
- Brekerparameter (ξ)

Bij de formule van Van der Meer wordt er onderscheid gemaakt tussen verschillende soorten golven afhankelijk van het soort talud, in afbeelding 27 zijn deze golven weergegeven.

De parameters die zijn gebruikt bij het berekenen van de een nominale diameter (Dn50) zijn:

Tabel 9: Gegevens voor formule van Van der Meer

Parameters	
Golfperiode (H_s)	= 2,5 meter
Golfperiode (T_m)	= 7 seconde
Hellingshoek ($\tan \alpha$)	= 0,5 (1:2)
Schade niveau (S_d)	= 8
Mate van openheid (P)	= 0.5
Relatieve dichtheid (Δ)	= 1,65
Aantal golven per storm (N)	= 3000
Brekerparameter (ξ)	= Berekend
Nominale steendiameter	= Berekend
Constante plunging waves (C_{pl})	= 6,2



Afbeelding 27: Soorten golven incl. brekerparameter (Rob)

Hierbij is de relatieve dichtheid bepaald met behulp van de relatieve dichtheid van steen (ρ_s), deze bedraagt 2650 kg/m³. De dichtheid van zoutwater (ρ_w) bedraagt 1025 kg/m³, vervolgens is de volgende formule ingevuld:

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} = \frac{2650 - 1025}{1025} = 1,65$$

Vervolgens is de brekerparameter (ξ) berekend, deze parameter verteld wat over de soort golf die aan de dam aanvalt. ξ wordt berekend met de volgende formule:

$$\xi = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{(2\pi H)/(gT^2)}} = \frac{\tan(0,5)}{\sqrt{(2 * \pi * 2,5)/(9,81 * (7^2))}} = 2,66$$

Vervolgens kan de Dn50 worden bepaald. De Dn50 wordt, zoals eerder benoemd, bepaald met behulp van de formule van Van der Meer voor plunging waves:

$$\begin{aligned} \frac{H_s}{\Delta * Dn50} &= C_{pl} * p^{0.18} * \left(\frac{S_d^{0.18}}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} * \xi^{-0.5} = \frac{2,5}{1,65 * Dn50} = 6,2 * 0.5^{0.18} * \left(\frac{8}{\sqrt{3000}} \right)^{0.2} \\ &\quad * 2,66^{-0.5} \\ &= \frac{2.5}{1.65 * Dn50} = 2,66 \quad Dn50 = 0,67 \text{ meter} \end{aligned}$$

Wanneer deze formules worden ingevuld met de juiste parameters: voor de Waddenzee geldt een golfhoogte van 2,5 meter en een golfperiode van 7 seconde. Komt er uit de formule een Dn50 van 0,67 meter (plunging breakers). Bij de nominale diameter (Dn50) van 0,67 meter hoort een steensortering van 300-1000 kg. Deze steensortering is voortgekomen uit de waterbouwsteen EN

13383 steensorteringstabel, die in bijlage 3 te zien is. De Dn50 die bij een sortering van 300-1000 kg hoort heeft een bovengrens van 0.67 meter.

De onderlaag onder de toplaag zal bestaan uit een steensortering van 10-60 kg. Deze grootte heeft een nominale diameter van: 0,22 tot 0,26 meter en zorgt ervoor dat er een betere overgang plaats vindt van zand naar constructie welke toch voldoende sterk is, zie bijlage 3. (Van der Meer, 1995)

In bijlage 2 is de berekening weergegeven, deze is met behulp van Excel opgesteld.

7.3.2 Bodembescherming

De bodembescherming die aangelegd wordt aangelegd met geotextiel, wiepen en stenen (10-60 kg). De bodembescherming is aangelegd om ervoor te zorgen dat de dam blijft liggen en niet weg erodeert door de inslag van golven of de stroming.

7.4 Geometrie strand

Het strand dat wordt aangelegd wordt direct bij de aanleg al in de vorm aangebracht die het strand natuurlijk ook zou vormen, om op deze manier verliezen te beperken.

7.4.1 Vorming Strand

Met behulp van de volgende formule kan bepaald worden wat voor soort strandvorm er mogelijk is bij de aanleg van een constructie. De vorming van het strand is afhankelijk van 2 factoren, namelijk afmeting constructie en de afstand tot de kust. Door de variabelen in onderstaande formule in te vullen komt er een getal uit dat aangeeft welk soort strand zal ontstaan. De formule kan tevens ingevuld worden om de afmeting van de constructie of de afstand tot de kust te kunnen aanpassen en de vorm die gewenst is.

$$I_s = e^{(1.72 - 0.41 \frac{L_s}{X})} \quad (24)$$

where I_s is the beach response index, coded as follows:

$I_s = 1$	permanent tombolo formation
$I_s = 2$	periodic tombolos
$I_s = 3$	well-developed salients
$I_s = 4$	subdued salient
$I_s = 5$	no sinuosity

Figuur 2: Bepaling vorm strand (Rosati, 1990)

I_s = Getal dat aangeeft welke strand vorm waarschijnlijk is.

L_s = Lengte strekdam (50 meter)

X = Afstand vanaf kust tot aan strekdam (40 meter)

Door het invullen van de gegevens van de ontworpen strekdam blijkt dat er een I_s van 3,35 uit volgt. Dit betekent dat er een salient vorm mogelijk is bij de aanleg van de strekdam, deze gegevens zijn van belang bij het opspuiten van het strand. Door er rekening mee te houden welke vorm het strand zal krijgen kan het strand zo opgespoten worden dat er weinig zandverlies op zal treden.

7.4.2 Geometrie strand

Doordat er een salient vormt is het niet precies te bepalen hoe veel zand er nodig zal zijn. Om het strand aan te leggen wordt er een hoeveelheid zand gestort die vanaf de bodem 2 meter hoog is, dit

betekent dat het strand aan de kust een hoogte heeft van ± 1 m+NAP. Gebaseerd op het ontwerp is er van uit gegaan dat het strand een oppervlakte krijgt van 875 m^2 en dat er over het gehele oppervlak een zandpakket van 2 meter wordt aangebracht. Deze twee getallen vermenigvuldigd geeft het aantal benodigde m^3 zand. Om het strand aan te leggen is een hoeveelheid zand van $\pm 1800 \text{ m}^3$ nodig. Het strand zal een strandlijn krijgen van zo'n 100 – 150 meter.

7.5 Morfologische stabiliteit

De morfologische stabiliteit wordt gerelateerd aan de kritische stroomsnelheid. Dit is in de globale technische uitwerking al eerder uitgevoerd maar daar is dit gedaan voor de locatie Oudeschild. De instandhouding van het strand is van groot belang. Eén van de randvoorwaarden die gesteld is, is namelijk dat het strand minstens 10 jaar onderhoudsvrij moet blijven liggen. Eén keer per 10 jaar is het mogelijk om het strand met zand aan te vullen.

7.5.1 Hydraulisch

Op het vlak van hydraulische waarden wordt er rekening gehouden met de stroming die het strand kan bedreigen. Daarom is de kritische stroomsnelheid, naast de locatie Oudeschild als indicatie, ook voor gemaal De Schans berekend. Met behulp van onderstaande parameters en formules is de kritische stroomsnelheid (U_{kr}) berekend;

Parameters			
Hydraulische straal (Rh)	=	2.00	meter
Wandruwheid (k)	=	0.10	meter
Korrel diameter (D50)	=	0.000268	meter
Chézy-coëfficiënt (C)	=	42.84	$\text{m}^{0.5}/\text{s}$
Kinematische viscositeit (v)	=	10^{-6}	m^2/s
Relatieve dichtheid (Δ)	=	1.58	(-)
Zwaartekrachtversnelling (g)	=	9.81	m/s^2

$$D_* = \sqrt[3]{\frac{\Delta * g}{v}} * D50 \text{ (-)} = \sqrt[3]{\frac{(2650-1025) * 9.81}{1025 * 10^{-6}}} * (2.68 * 10^{-3}) = 6.69$$

$$\theta_{cr} = \frac{0.14}{D_*^{0.64}} \text{ (-)} = \frac{0.14}{6.69^{0.64}} = 0.041$$

$$u_* = \sqrt{\theta_{cr} * \Delta * g * D50} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) = \sqrt{0.041 * \frac{(2650-1025)}{1025} * 9.81 * (2.68 * 10^{-3})} = 0.014 \text{ m/s}$$

$$U_{kr} = \frac{C}{\sqrt{g}} * u_* \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) = \frac{42.84}{\sqrt{9.81}} * 0.014 = 0.239 \text{ m/s}$$

De uitkomst na berekening is afhankelijk van de wandruwheid. Na berekening die te zien is in bijlage 3 komt er een minimale kritische snelheid naar voren van 0,191 m/s. Dit betekent dat als het water, aan de bodem, harder stroomt dan 0,191 m/s het strand wegspoelt. Maatregelen hiertegen zijn de strekdam en/of het eventueel verlengen van de uitstroomconstructie van het gemaal De Schans.

Bij normale omstandigheden is de stroomsnelheid rond de 0,1 m/s, dit betekent dat het strand in normale omstandigheden blijft liggen.

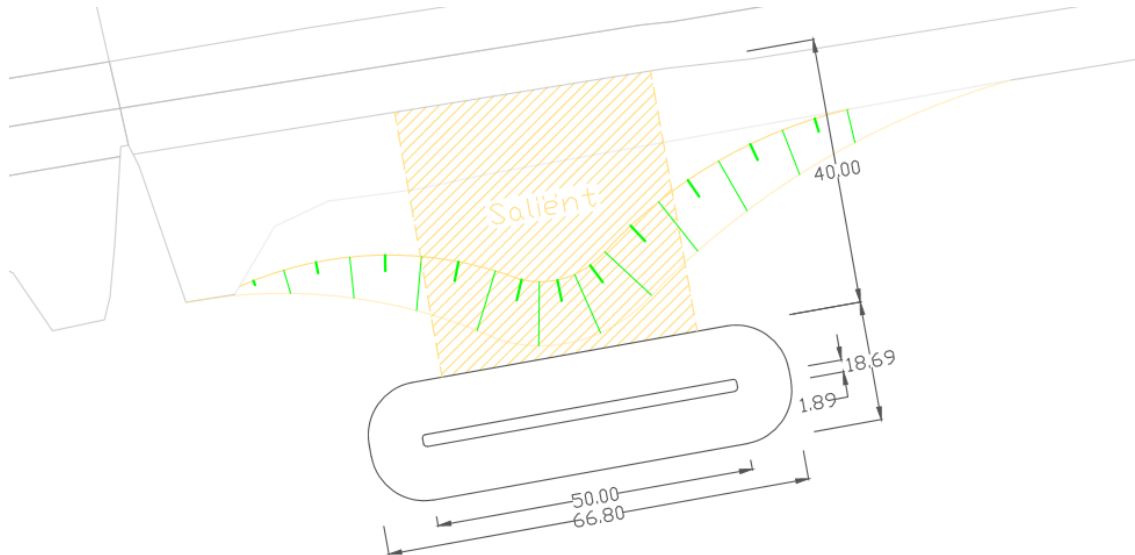
7.5.2 Eolisch

Naast dat het strand hydraulisch veilig moet zijn, dient het strand ook te worden beschermd tegen de wind. Dit wordt in de duinen gedaan met helmgras. Deze grassoort wordt gepland en de wortels zorgen er op dat moment voor dat het zand vast wordt gehouden en niet verstuift. Aangezien er op

het Ceresstrandje helmgras is gepland, lijkt het nodig om op het nieuwe strand ook helmgras te planten, om het strand in stand te houden.

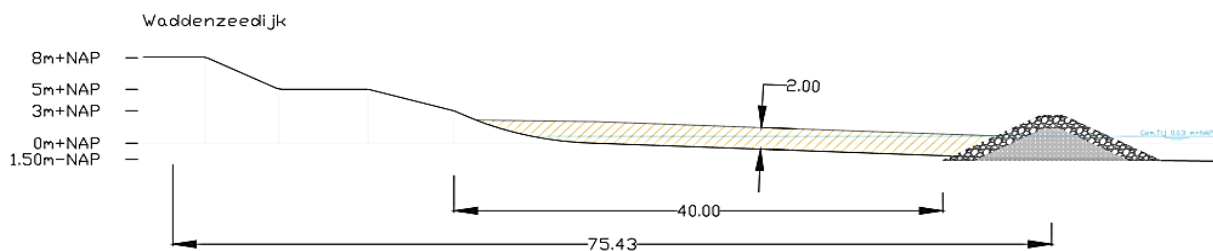
7.5.3 Vorm op te spuiten strand

De vorm die het strand krijgt is een vierkant, dat tussen de twee uiterste punten van de dam in ligt, zie afbeelding 28 (zie ook bijlage 5.2). De bedoeling hiervan is dat de natuur zijn werk kan doen en het strand kan uitspoelen. Op deze manier kan er een evenwicht worden gecreëerd, hierdoor wordt het strand op een natuurlijke manier gevormd.



Afbeelding 28: Tekening opbrengen zand

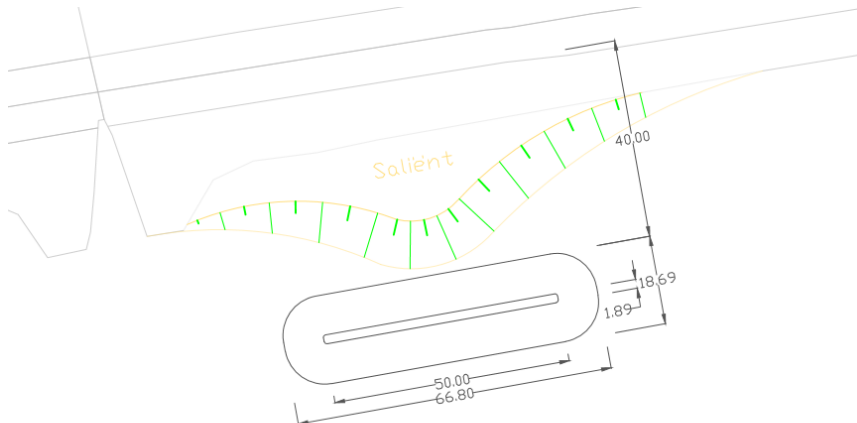
Afbeelding 29 (zie ook bijlage 5.3) geeft een beeld van het strand in dwarsdoorsnede. Hierbij is afgebeeld hoe het strand wordt opgespoten met het idee het dat het zand zich zichzelf, als gevolg van de stroming, verspreidt. De afstand tot de dam meter. De afstand van het midden van de dijk tot het midden van de dam bedraagt 75,43 meter.



Afbeelding 29: Dwarsdoorsnede strekdam met aanbrengen strand

7.6 Eindontwerp (VO)

Het uiteindelijke ontwerp is weergegeven in afbeelding 30 & 31. In afbeelding 30 (zie ook bijlage 5.4) is een bovenaanzicht gegeven van het strand met een salient. De strekdam die ontworpen is heeft een lengte van 66,80 meter teen tot teen. En ligt op een afstand van 40 meter uit de kust. De lengte van de kruin is 50 meter. De bodembreedte van de dam is 18,69 meter, terwijl de breedte van de kruin 1,89 meter is. De afstand van de dam tot aan de teen van de dijk bedraagt 40 meter, zie afbeelding 30.



Afbeelding 30: Bovenaanzicht strekdam

De tweede afbeelding (31) (zie ook bijlage 5.5) geeft een betere impressie van hoe het strand in de omgeving past. Omdat de strekdam 40 meter uit de kust ligt zal zich er een salient vormen. De vorming van een salient komt tevens de doorstroming ten goede. Hierdoor krijgt het strand een natuurlijk gezicht. Op afbeelding 30 is ook te zien dat er parkeerplaatsen zijn ingetekend. Op dit moment is er ter plaatse van de parkeerplaatsen een strook gras wat gemakkelijk omgetoverd kan worden tot parkeerplaats. Deze parkeerplaatsen komen de bereikbaarheid ten goede. Om naar het strand te komen is er naast het gemaal een trap, deze trap bevindt zich aan de rechterzijde van het gemaal.



Afbeelding 31: Satellietfoto met ontwerp ingetekend

Omdat de stroomsnelheid laag genoeg is ($0,191 \text{ m/s} > 0,1 \text{ m/s}$) zal het zand niet wegspoelen. Maar door de golven kan het strand wel afslaan, ter voorkoming hiervan is de dam aangelegd. Uiteindelijk wordt ervan uit gegaan dat dit strand het huidige Ceresstrandje kan vervangen en dat deze voldoet aan de gestelde uitgangspunten.

Het strand heeft een waterlijn van 100-150 meter. Maar hoe breed het strand wordt valt niet te bepalen, omdat het strand zich natuurlijk gaat vormen. Het is niet exact te zeggen hoe de salient zich vormt, dit is het mooie van de natuur.

7.7 Kosten

“De kosten zijn met behulp van een SSK-raming opgesteld. De Standaard Systematiek voor Kostenramingen (SSK) is een systematiek voor het maken van kostenramingen in de bouw en biedt een handreiking voor kostenmanagement. Het maken van ramingen van investerings- én/of levensduurkosten van projecten gebeurt met de SSK op eenduidige wijze. Daardoor zijn ramingen inzichtelijk en beter onderling vergelijkbaar.” (CROW, 2015)

De SSK-raming is met behulp van kostendeskundige Dhr. A. Smit (CC Infra) opgesteld en de prijzen zijn gebaseerd op prijzen van 01-01-2017.

7.7.1 Werkvolgorde

Om een SSK-raming op te stellen is het van belang om vooraf een werkvolgorde te bepalen. Aan de hand van de werkvolgorde wordt er een overzicht opgesteld welk materieel en materiaal er nodig is om het werk uit te voeren, vervolgens wordt aan het gehele stappenplan een kosten overzicht gehangen. De werkvolgorde, zoals hieronder te zien, is gebaseerd op puur en alleen de uitvoering. Hierbij is dus geen rekening gehouden met het toepassen van extra maatregelen (afzettingen, verkeersbord, e.d.) die nodig zijn om het strand en de constructie aan te kunnen brengen. Deze maatregelen zijn ondergebracht in de post ‘nader te detailleren’.

In de tabel hieronder zijn de eenheidsprijzen gecombineerd met de werkvolgorde weergegeven waarmee de SSK-raming opgesteld is.

Handeling	(€/eenheid)	Eenheid
1. Kraanschip naar locatie varen	Zit in % eenmalige kosten	-
2. Cunet voor bodembescherming uitgraven	8,17	m ³
3. Wiepen en stenen aanvoeren	Zit in prijs bij aanbrengen wiepen	-
4. Wiepen leveren en plaatsen met geotextiel	11,-	m ²
5. Filterlaag (stenen) leveren, 10 – 60 kg	18,-	Ton
6. Filterlaag aanbrengen	9,94	Ton
7. Stenen aanvoeren, kern 10 – 60 kg	18,-	Ton
8. Kern dam plaatsen	6,46	Ton
9. Stenen aanvoeren top, 300 – 1000 kg	21,-	Ton
10. Toplaag van dam plaatsen	8,62	Ton
11. Zand aanvoeren, elevatorbak	8,-	m ³
Tussendoor kraan en bulldozer aanvoeren		
12. Zand uit elevatorbak halen, kraanschip	6,19	m ³
13. Verdelen zand m.b.v. kraan en bulldozer	2,95	m ³
14. Indien mogelijk herstelwerkzaamheden	Zin in het % nader te detailleren	-

15. Opruimen/afvoeren materiaal en materieel	Zit in het % eenmalige kosten	-
--	-------------------------------	---

In de werkvolgorde is in eerste instantie uitgegaan van het opbrengen van het zand met behulp van walpersen. Dit bleek echter niet haalbaar omdat de grootte van het strand dusdanig klein is dat de kosten hiervoor te hoog zal uitvallen. Hierdoor is in overleg met A. Smit (CC Infra) en Sander Boer afgesproken om de kosten te richten op het aanvoeren van het zand door middel van een elevatorbak.

7.7.2 Kostenoverzicht

Aan de hand van bovenstaande werkvolgorde is vervolgens een SSK-Raming opgesteld. In deze raming worden de prijzen gekoppeld aan de verschillende werkzaamheden. Doordat het strand op deze locatie gerealiseerd wordt is er rekening gehouden met een aantal factoren die op deze locatie een rol spelen. Omdat het een ondiep gebied betreft kan er alleen gewerkt worden bij hoogwater, hierdoor is er gerekend met een tijdschema van 4 uur per dag. De overige 4 uur worden gerekend als verlet uren. Voor de aanvoer van de stenen en overige materialen voor de strekdam wordt ook gebruik gemaakt van schepen tijdens hoogwater. Als de aanvoer via de kust zou geschieden zou er een constructie aangelegd dienen te worden om de materialen te kunnen overslaan, hierdoor zouden de kosten nog verder omhoogschieten. In het overzicht hieronder is de samenvatting van de kostenraming weergegeven (in Bijlage C, zie DVD, is de kostenraming toegevoegd).

Project: Strandje met dam, Taveel - Projectnr: Projectnummer - Opdraver: HHNK						Prijsoffert raming: 01-01-17							
Versie raming: 1 - Status: Concept - Opgesteld door: Ard						Datum raming: 04-05-17							
Samenvatting SSK													
	Kostensoepen				Voorziene kosten		Risicoreservering	Versie 3.00a (18 juni 2017)	Totaal				
	Kostensoategorieën	Directe kosten Benoemd	Directe kosten Nader te detaileren	Indirecte kosten									
Investeringskosten (indeling naar categorie):													
Bouwkosten	€	164.225	€	8.211	€	46.572	€	219.008	€	21.901	€	240.809	
Vastgoedkosten	€	-	€	-	€	-	€	-	€	-	€	-	
Engineeringkosten	€	52.562	€	-	€	-	€	52.562	€	2.628	€	55.190	
Overige bijkomende kosten	€	25.188	€	-	€	-	€	25.188	€	1.259	€	26.445	
Subtotaal investeringskosten	€	241.973	€	8.211	€	46.572	€	296.756	€	25.788	€	322.544	
Objectoverstijgende risico's								16.127	€	16.127	€	16.127	
Investeringskosten deterministisch	€	241.973	€	8.211	€	46.572	€	296.756	€	41.915	€	338.672	
Scheffe								-	€	-	€	-	
Investeringskosten exclusief BTW								296.756	€	41.915	€	338.672	
BTW								61.620	€	8.732	€	70.360	
Investeringskosten inclusief BTW								358.385	€	50.647	€	409.032	
Investeringskosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 2,5% en looptijd van 1 jaar									14%	€	409.032		
Bandbreedte : met 70% zekerheid liggen de investeringskosten inclusief BTW tussen								€	-	en	€	-	
Variatiecoëfficiënt													
Levensduurkosten:													
Subtotaal levensduurkosten	€	-	€	-	€	-	€	-	€	-	€	-	
Objectoverstijgende risico's								-	€	-	€	-	
Levensduurkosten deterministisch	€	-	€	-	€	-	€	-	€	-	€	-	
Scheffe								-	€	-	€	-	
Levensduurkosten exclusief BTW								-	€	-	€	-	
BTW								-	€	-	€	-	
Levensduurkosten inclusief BTW								-	€	-	€	-	
Levensduurkosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 2,5% en looptijd van 1 jaar											-		
Bandbreedte : met 70% zekerheid liggen de levensduurkosten inclusief BTW tussen								€	-	en	€	-	
Variatiecoëfficiënt													
Projectkosten inclusief BTW								€	358.385	€	50.647	€	409.032
Projectkosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 2,5% en looptijd van 1 jaar											€	409.032	
Budgetvaststelling investeringskosten:													
Investeringskosten inclusief BTW					€	358.385	€	50.647	€			409.032	
Organisatiegebonden kosten			0% €	409.032	€	-			€	-	€	-	
Onzekerheidsreserve (in te vullen door financier)									€	-	€	-	
Reservering scope wijzigingen (in te vullen door financier)									€	-	€	-	
Aan te houden risicoreservering en totaal budget investeringskosten								€	358.385	€	50.647	409.032	
Budgetvaststelling levensduurkosten:													
Levensduurkosten inclusief BTW					€	-	€	-	€	-	€	-	
Organisatiegebonden kosten						-	€	-	€	-	€	-	
Onzekerheidsreserve (in te vullen door financier)			0% €	-	€	-			€	-	€	-	
Reservering scope wijzigingen (in te vullen door financier)									€	-	€	-	
Aan te houden risicoreservering en totaal budget levensduurkosten								€	-	€	-	€	-

Figuur 3: SSK-raming (toegevoegd als Bijlage C, zie DVD)

Uit de kostenraming (figuur 3) kan opgemaakt worden dat de realisatie van een recreatiestrand in de vorm van een salient en de aanleg van een strekdam een kostprijs zou hebben van $\pm$ €409.000,- incl. BTW. Omdat er voor dit kleine recreatiestrand veel werkzaamheden te pas komen en de slechte

bereikbaarheid over water is de kostprijs hoog uitgevallen. In dit eindbedrag is het onderhoud, indien nodig, niet meegenomen. Hieronder vallen het verrichten van onderhoud aan de constructie of het aanbrengen van zand gedurende een periode van 10 jaar na de aanleg van het strand.

8 Conclusie

In de conclusie worden de deelvragen en hoofdvraag beantwoordt die zijn gesteld aan het begin van het onderzoek. De deel- en hoofdvragen zijn te vinden in hoofdstuk 1.5. Daarnaast worden de aanbevelingen toegelicht samen met de discussie en reflectie.

8.1 Deelvragen

De deelvragen die opgesteld zijn aan het begin van dit onderzoek worden in dit deel van de conclusie beantwoordt. Het gaat hierbij om de volgende deelvragen:

1. Hoe is de huidige situatie ontstaan?
2. Wat is het huidige gebruik van de omgeving en wat is de functie van het Ceresstrandje?
3. Welke wetten en regels zijn van invloed op de zuidoostkust van Texel?
4. Wat zijn de drie mogelijke geschikte locaties voor een vervangend recreatiestrand?
5. Wat zijn de eisen voor het ontwerp van een recreatiestrand?
6. Wat zijn de kenmerkende factoren voor het hydraulisch en morfologisch systeem van de Westelijke Waddenzee en de zuidoost kust van Texel?
7. Op welke locatie en wijze kan het gekozen recreatiestrand het beste worden gerealiseerd?

De deelvragen worden afzonderlijk van elkaar beantwoordt.

Beantwoording deelvragen

1. Hoe is de huidige Ceresstrand ontstaan?

De huidige situatie is ontstaan door een combinatie van factoren. Hierbij speelt de ontwikkeling van het eiland Texel een grote rol in combinatie met de externe factoren die invloed hebben gehad op de vorming van het eiland. Daarnaast zijn de huidige morfologische omstandigheden leidend in het in stand houden van de huidige situatie van het Ceresstrand.

In de jaren 1850 -2000 heeft Texel zich ontwikkeld, zo heeft 't Horntje verder in zee gelegen en is Texel verder in gepolderd, zie hoofdstuk 1.1.3 van deelrapport A - Literatuurstudie, Door de afsluiting van de Zuiderzee in 1953 is de dynamiek van de Texelstroom en van de het zeegat veranderd. Hierdoor is de hoofdstroom, de Texelgeul, noordwaarts gedraaid en is de Texelstroom nu de hoofdgeul wat betreft het vervoeren van sediment in de westelijke Waddenzee.

Met behulp van het lokale morfologische systeem kan het ontstaan van het Ceresstrandje worden toegelicht. Het is ontstaan doormiddel van zanduitwisseling die plaats vindt daar het Ceresstrandje in een buitenbocht ligt van de Texelstroom. Hierdoor er zand naar het hoger gelegen plateau getransporteerd wordt. De stroming zorgt dus voor het eerste gedeelte van het transport.



Afbeelding 32: Sedimenttransport langs kust PH-dijk

Het tweede gedeelte van het transport wordt gefaciliteerd door de golven. De golven die vanaf de Noordzee naar de Waddenzee komen, worden gerefracteerd bij het raken van de ondergrond (wand van de Texelstroom) en draaien bij richting de kust. Vervolgens wordt het zand verder getransporteerd naar het Ceresstrandje, zie afbeelding 32.

2. Wat is het huidige gebruik van de omgeving en wat is de functie van het Ceresstrandje?

Het huidige gebruik van het Ceresstrandje is niet erg bijzonder. De lokale bewoners in de buurt gebruiken het strand om de hond uit te laten of om uit te waaien. Het strand wordt daarnaast ook gebruikt door de bezoekers van de camping 'De Boerin'. Bij een oosterwind kan het strand ook worden gebruikt door kite- en windsurfers.

Het strand heeft geen functie, buiten dat het bij een storm als extra waterkering dient.

3. Welke wetten en regels zijn van invloed op de zuidoostkust van Texel?

De wetten en regels die gelden bij het realiseren van een recreatiestrand. Met name de wet Natuurbescherming is van belang, dit omdat het gehele Waddenzee Natura 2000 gebied is. Naast dat de wetten van belang zijn, zijn er ook vergunningen nodig. De vergunningen die van belang zijn bij het realiseren zijn de volgende tabel 10 weergegeven.

Vergunning/ontheffing	Bevoegd gezag
Omgevingsvergunning strijdig gebruik vigerende bestemmingsplannen.	Gemeente Texel
Vergunning Natuurbeschermingswet aanleg en gebruik Recreatiestrand	Provincie Noord-Holland

Vergunning Natuurbeschermingswet zandwinning	Ministerie van Economische Zaken
Ontheffing Flora- en Faunawet	Ministerie van Economische Zaken
Ontgrondingsvergunning	Ministerie van Infrastructuur & Milieu, Rijkswaterstaat Zee en Delta

Tabel 10: Benodigde vergunningen

Daarnaast is een KLIC-melding nodig, er wordt weliswaar niet in de ondergrond geboord, maar er komt wel een laag zand te liggen. De kabels of leidingen die er mogelijk liggen kunnen worden beschadigd door de extra druk.

4. Wat zijn de drie mogelijk geschikte locaties voor een vervangend recreatiestrand?

De zeven bezochte locaties zijn getoetst op vijf verschillende aspecten, namelijk: Sociale aspecten, Fysische geografische aspecten, beleidsvormingsaspecten, planvormingsaspecten en morfologische aspecten. De locaties zijn geselecteerd op de voor- en nadelen die de locaties met zich meebrengen op het gebied van de verschillende aspecten. Het gaat hierbij om de volgende locaties:

1. TexelSup
2. IJsdijk
3. Aanlanding Dijkmanshuizen
4. Strand Oudeschild
5. Steunfort Redoute
6. Gemaal De Schans
7. NIOZ

In hoofdstuk 4.1.1 is een tabel weergegeven waar de verschillende locaties tegen elkaar zijn afgezet.

Op het gebied van sociale aspecten worden vooral de afstand tot het Ceresstrandje, zwemveiligheid en bereikbaarheid gerekend. Op dit gebied scoort de locatie NIOZ het aller slechtste. Daarnaast is in de tabel te zien dat locatie Dijkmanshuizen neutraal scoort. De overige locaties hebben meer voordelen dan nadelen op sociaal gebied.

Op het gebied van fysische geografische aspecten is de score slechter bij alle zeven locaties. De fysisch geografische aspecten gaan in op de huidige situatie en die is bij bijna alle locaties niet gunstig en dient er een constructie te worden aangelegd. Hierop is het strand in de haven van Oudeschild een uitzondering.

De beleidsvormingsaspecten zorgen voor problemen bij deze analyse, geen enkele locatie voldoet, dit komt mede door de mitigatie berm die invloed heeft op de locaties 1 t/m 4. Eén locatie is neutraal, dit is locatie bij het strand Oudeschild omdat hier al een strand ligt.

Vervolgens zijn de planvormingsaspecten onder de loep genomen. Waar de beleidsvormingsaspecten focussen op de wetten en vergunningen, focussen de planvormingsaspecten op het vormen van het strand en welke plannen daarvoor moeten worden gemaakt. Denk hierbij aan de constructies. Zo wordt er gekeken naar huidige constructies die kunnen gebruikt of een luwe zone. Hierop scoorde vooral gemaal De Schans goed op.

Als laatste kolom in de morfologische aspecten, dit aspect heeft te maken met stroomsnelheden en golfhoogtes waardoor de veiligheid op een strand niet kan worden gegarandeerd, zelfs niet met constructie. Hieruit blijkt dat de locaties Steunfort Redoute en NIOZ niet voldoen op het gebied van de stroomsnelheid. Locatie IJsdijk valt daarnaast ook af want daar is de golf inval te groot. Locatie Dijkmanshuizen scoort neutraal, omdat de golven om de haak kunnen diffracteren.

Na deze analyse blijkt dat de volgende locaties meer voordelen met zich meebrengen dan nadelen. Deze drie locaties zijn:

1. Aanlanding Dijkmanshuizen.
2. Haven Oudeschild.
3. Gemaal De Schans.

Dit zijn de drie meest geschikte locaties voor het realiseren van een vervangend strand.

5. Wat zijn de eisen voor het ontwerp van een recreatiestrand?

Bij het ontwerpen van een strand komen een aantal eisen/richtlijnen kijken met betrekking tot de veiligheid en het gebruik. Deze richtlijnen staan nergens geregistreerd en zijn aangenomen. Waardoor het niet mogelijk was om richtlijnen of eisen voor een recreatiestrand te vinden.

Eisen voor een recreatiestrand	
1	Strand dient minimaal 50 meter vanaf 'gevaarlijke' objecten te bevinden (strekdammen, paalhoofden en havenhoofden) (Vreman, 2008)
2	Zwemzone dient minimaal 50 meter van de vaargeul afgebakend te zijn (Vreman, 2008)
3	Strand moet uit zandig materiaal bestaan
4	Strand mag de uitstroom van gemaal niet belemmeren
5	Strand moet zwemveilig zijn (Vreman, 2008) • Talud (>20% tot 1.50 meter diepte) • Stroming (<0.5 m/s) • Geen scherpe voorwerpen op bodem (Japanse oester of andere hechtende schelpdieren) • Er mag geen muivorming optreden met een stroomsnelheid van > 0.5 m/s

Tabel 11: Eisen recreatie strand

In bovenstaande tabel 11 zijn de randvoorwaarden of eisen meegenomen. Waaraan het nieuwe strand moet voldoen.

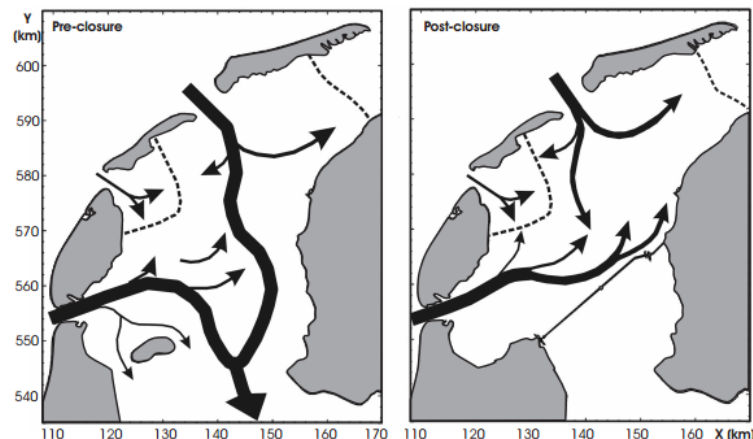
6. Wat zijn de kenmerkende factoren voor het hydraulisch en morfologisch systeem van de Westelijke Waddenzee en de zuidoost kust van Texel?

Om tot een conclusie te komen wat betreft het hydraulisch en morfologisch systeem wordt er gerefereerd naar deelrapport A - Literatuurstudie. In de literatuurstudie hoofdstuk 2 staat het hydraulische systeem weergegeven en in hoofdstuk 1 staat het morfologische systeem beschreven.

De kenmerkende factoren voor de huidige Westelijke Waddenzee zijn op dit moment vooral dat het zeegat zich de afgelopen jaren heeft omgevormd, door de invloed van de afsluiting van de Zuiderzee (zie afbeelding 33). Kenmerkend hieraan is dat de Texelstroom noordwaarts opgeschoven is en de Texelstroom hoofd sediment vervoerende watergeul is geworden. De Texelstroom

heeft een netto transport in noordwestelijke richting, met vloed. Deze gebeurtenis is kenmerkend voor de morfologische omstandigheden die te vinden zijn in de Westelijke Waddenzee.

Ook de zandhonger is kenmerkend voor het huidige Westelijke Waddenzee systeem. De zandhonger is primair ontstaan door de afsluiting van de Zuiderzee. Wat hieraan bijdraagt is de zeespiegelstijging, het begrip zandhonger is uitgelegd in deelrapport A - Literatuurstudie, hoofdstuk 1.2.1 Hoofdtransport. Door de zandhonger slibben oude watervoerende geulen dicht en ontstaan er



Afbeelding 33: Effect afsluiting Zuiderzee (Elias, 2006)

zandplaten, dit maakt het Waddenzeesysteem dynamisch samen met alle andere kenmerkende factoren.

Hydraulisch gezien kunnen de kenmerkende factoren op het gebied van morfologie worden verklaard, zo is te zien dat de stroomsnelheid in de Texelstroom hoger is dan op de zandplaten en minder diepgelegen gedeelten. Ten opzichte van het getij in de Noordzee, is het verschil in het getij tussen hoog- en laagwater een stuk kleiner. Ook is er een verband te vinden in de korrelgrootte, het Waddenzeesysteem heeft een eigen zeefmechanisme. De grovere korrelgroottes bevinden zich aan begin van de Waddenzee (ter hoogte van Den Helder), verder de Waddenzee op wordt de korrelgrootte steeds fijner.

7. Op welke locatie en wijze kan het gekozen recreatiestrand het beste worden gerealiseerd?

Het recreatiestrand kan het beste worden gerealiseerd op de locatie gemaal De Schans. Dit is bepaald met behulp van een Multi criteria analyse (MCA), deze MCA is te zien in deelrapport B - Locatiekeuze & Proces, hoofdstuk 3 Multicriteria analyse Strandt het Plan. De locatie wordt uit de eerdere drie geselecteerde locaties verkozen.

Aanlanding Dijkmanshuizen

De eerste locatie die geanalyseerd is, is de aanlanding Dijkmanshuizen. De locatie ligt ver van het Ceresstrandje af en is geen meerwaarde voor de PHZD. Maar kan wel dienen als recreatiestrand op zichzelf. Daarnaast laat de bereikbaarheid te wensen over. De locatie is wel te bereiken per fiets of te voet, maar met de auto is de locatie niet bereikbaar. Een andere mogelijk struikelblok is de mitigatieberm die gelegen is aan de buitendijks zijde. Deze mitigatie berm kan een obstakel vormen in het planvormingsproces. Een uitgebreide locatie beschrijving is te vinden in hoofdstuk 1 van het deelrapport B Locatiekeuze & Proces.

Haven Oudeschild

De tweede locatie is het strand in de haven van Oudeschild. Deze locatie heeft een bestaand strand. Nadeel van dit strand is dat de afstand tot aan het Ceresstrandje, de afstand hiertoe bedraagt 3 km. Daarnaast ligt er op deze locatie ook een mitigatie berm binnen 500 meter, dit beperkt de uitbreidingsmogelijkheden van het huidige strand. Voordelen die deze locatie met zich meebrengt zijn met name de bereikbaarheid. Nabij het huidige strand zijn voldoende parkeerplaatsen (10). Daarnaast is er ook gemakkelijk te voet of met de fiets naar het strand te komen. Net als bij locatie Aanlanding Dijkmanshuizen is er een uitgebreide locatie beschrijving te vinden in Deelrapport B - Locatiekeuze & Proces in hoofdstuk 1.

Gemaal De Schans

De locatie die het meest geschikt is, blijkt de locatie gemaal De Schans. Deze locatie scoort het beste op de belangrijke punten zoals afstand tot het Ceresstrandje. De bereikbaarheid is niet slecht en het voordeel van deze locatie is dat het strand in de PHZD kan worden geïntegreerd. Zo kan de recreatie binnen de PHZD worden gecombineerd met het strand. Het nieuwe strand is dan gelegen op nagenoeg dezelfde plaats als het Ceresstrandje, ongeveer binnen een kilometer van het Ceresstrandje.

De wijze van realisatie heeft te maken met de stabiliteit van het strand. Dit kan alleen worden gewaarborgd door een constructie aan te leggen. Doormiddel van een brainstormsessie zijn er verschillende soorten constructies bedacht, zie hoofdstuk 2 Globale Technische uitwerking van deelrapport B - Locatiekeuze & Proces. Doormiddel van een constructie wordt de stroomsnelheid naar beneden gebracht, zodat deze niet boven de kritische stroomsnelheid uit komt. De kritische stroomsnelheid bedraagt voor het gemaal De Schans 0,191 m/s.

8.2 Hoofdvraag

In dit hoofdstuk wordt de hoofdvraag beantwoordt, de hoofdvraag die aan het begin van het onderzoek is opgesteld luidt als volgt:

Welke locatie komt het meest in aanmerking voor de ontwikkeling van een recreatiestrand aan de zuidoostkant van Texel, rekening houdend met aspecten op gebied van morfologische processen, omgevingswensen, ontwerpbaarheid en uitgangspunten die voortkomen uit de locatiestudie?

De locatie die het meest in aanmerking komt voor het ontwikkelen van een recreatiestrand aan de zuidoostkant van Texel, rekening houdend met aspecten op gebied van morfologische processen, omgevingswensen, ontwerpbaarheid en uitgangspunten die voortkomen uit de locatiestudie is de locatie nabij het huidige gemaal De Schans.

Deze locatie komt na het analyseren en vergelijken van eerst zeven locaties en vervolgens de drie overgebleven locaties als beste uit de analyse. Uit de locatiestudie blijkt dat niet alle locaties even toegankelijk zijn. Dit is aan lijve ondervonden doormiddel van het uitvoeren van een locatiestudie, met de auto waren niet alle locaties even makkelijk te bereiken. Met name IJsdijk en de locatie NIOZ waren niet te bereiken met de auto.

Op locatie De Schans is de stroomsnelheid lager dan de kritische stroomsnelheid ($0,1 \text{ m/s} < 0,191 \text{ m/s}$). Daarnaast bevindt er zich op deze locatie een uitstroomconstructie van het huidige gemaal, het huidige gemaal treedt binnen afzienbare tijd buiten werking, waardoor de uitstroomconstructie kan worden gebruikt bij het vormen van het strand. Dit maakte deze locatie gunstig op het gebied van de morfologische processen.

Op het gebied van de sociale aspecten, waarin de omgevingswensen zijn opgenomen komen de volgende resultaten en wensen positief naar voren. Deze locatie ligt binnen een kilometer van het huidige Ceresstrandje. Wat een belangrijk punt is omdat het nieuwe strand het oude strand moet vervangen. Ook is er gekeken naar de bereikbaarheid, deze locatie is niet de beste qua bereikbaarheid maar er is op deze locatie voldoende ruimte om parkeerplaatsen te realiseren. Met de fiets en te voet is deze locatie prima te bereiken.

Op het gebied van ontwerpbaarheid voldoet deze locatie het beste. Dit omdat de uitstroomconstructie kan worden hergebruikt, maar ook omdat het ondiep is op deze locatie, ongeveer 1,5 meter – NAP, op 50 meter uit de kust. Naast dat de stroomsnelheid laag is maakt dit het makkelijker om een constructie te realiseren, waardoor het strand stabiel kan worden gemaakt en kan worden beschermd tegen golfafslag.

8.3 Discussie

Over sommige resultaten binnen dit onderzoek kan discussie ontstaan. Wat opvalt is dat er tijdens het onderzoek geen contact is gezocht met de bewoners van Texel om te vragen wat de wensen van deze mensen zijn of waren. Daarom is aangenomen dat de het nieuwe strand ongeveer op dezelfde locatie moet komen te liggen als het Ceresstrandje of in ieder geval zo dichtbij mogelijk. Verder is er aangenomen dat de bereikbaarheid belangrijk is. Hiervoor is gekozen omdat het strand naast dat er gebruik van wordt gemaakt door wandelaars, het strand ook moet kunnen dienen als zwemstrand.

Het volgende discussiepunt kan de MCA zijn, hierin worden objectieve keuzes gemaakt met een subjectieve tint. Dit kan tot discussie leiden. Ook de keuze om de MCA-locatie gericht te laten zijn kan voor vragen zorgen.

Een ander punt is de documenten die gebruikt zijn, sommige van deze documenten kunnen gedateerd zijn waardoor de informatie die erin staat of gegeven is gedateerd kan zijn. Dit is simpelweg omdat er geen recentere gegevens beschikbaar zijn binnen het HHNK of internet.

8.4 Aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden de aanbevelingen voor nader onderzoek toegelicht. Er kan ook worden geopperd om delen in dit onderzoek te verbeteren om het onderzoek meer 'body' te geven.

- Allereerst wordt er aanbevolen om de inwoners in het onderzoek te betrekken. Omdat er nu niet precies duidelijk is wat de bewoners willen. Is het moeilijk om aan de wensen te voldoen. Daarnaast is het verstandig om de plannen met het bevoegd gezag te bespreken.
- Het laten uitvoeren van een onderzoek naar de exacte stroomparameters en golfparameters. Dit kan van belang zijn bij de bepaling van de constructie.
- Aanbevolen wordt om ene nader grondonderzoek uit te voeren op de locatie, dit kan de stabiliteit van de dam ten goede komen. Ook kan dit betrekking hebben tot de zetting van de zandlaag.
- Een handige aanbeveling is het checken van de kosten als de stenen via land aangebracht worden. Hiermee kan worden achterhaalt of dit scheelt in de kosten.
- Het laten uitvoeren van zettingsberekeningen zou een invloed kunnen hebben op de hoeveelheid op te brengen materiaal. Daarom wordt dit aanbevolen.
- Nader bepalen of er een andere constructie gekozen kan worden, dit omdat er per locatie 6 constructie zijn bedacht en toegelicht. Misschien voldoet een andere constructie soort beter.

8.5 Reflectie

Om het onderzoek vollediger te maken wordt er ook een reflectie toegevoegd. Hierin wordt bekeken en beschouwd hoe het proces van het onderzoek is verlopen, wat er beter kon en wat er goed is gegaan. Allereerst wordt er toegelicht wat beter had kunnen worden gedaan.

Het verzamelen van de gegevens aan het begin van het onderzoek en met name in de literatuurstudie is niet altijd even goed verlopen. Naast dat er voldoende gegevens zijn aangeleverd zijn deze na ontvangst niet goed weggezet waardoor er verwarring is ontstaan.

Ook zijn sommige gegevens in het beginstadium van het onderzoek wel gevraagd, maar nooit goed doorgekomen. Dit heeft betekend dat er aan het eind van het onderzoek soms waardevolle gegevens boven tafel zijn gekomen die al langer bestonden.

Wat goed is gegaan en als erg prettig is gevonden is de begeleiding van Sander Boer, door wekelijks een bespreekmoment in te lassen werden de meeste vragen meteen beantwoord en kon er door worden gezet met het onderzoek. Dit heeft de voortgang en het halen van de planning erg bevorderd.

Daarnaast is de samenwerking erg goed bevallen, zo is ervan begin tot eind hard gewerkt om het rapport tot een goed einde te brengen.

Bibliografie

- ALA. (2016). Singlebeam peiling. *Prins Hendrik Texel*. Amsterdam.
- CROW. (2015). *Standardsystematiek voor Kostenramingen (SSK)*. Opgehaald van Kennisplatform CROW: <https://www.crow.nl/vakgebieden/contracteren/ssk-kostenramingen-in-de-bouw>
- Deuxième Partie*. (sd). Opgehaald van hmf.enseiht.fr:
<http://hmf.enseiht.fr/travaux/CD0102/travaux/optsee/bei/2/g22/p09.htm>
- Doorn, J. v. (2017, 04).
- Elias, E. (2006). *Morfodynamica van het Zeegat van Texel*. Amsterdam: IOS Press.
- Haartsen, A. (sd). *CultGIS: beschrijvingen Noord-Hollandse regio's*. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- HHNK & Witteveen+Bos. (2016). *Invloed op het watersysteem Waddenzee en havens*. Heerhugowaard.
- HHNK. (sd). *Prins Hendrikzanddijk*. Opgehaald van HHNK.nl:
https://www.hhnk.nl/waddenzeedijk/prins-hendrikzanddijk_41688/
- Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. (2016, december 15). *Prins Hendrikzanddijk*. Opgehaald van Hoogheemraadschap Holland Noorderkwartier:
https://www.hhnk.nl/prinshendrikzanddijk/veilige-dijken_42597/
- Kadaster / ESRI. (2017). Tijdreis over 200 jaar topografie.
- Louters, T., & Gerritsen, F. (1994). *Het mysterie van de wadden*. Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2017). *Zeespiegelveranderingen in de toekomst*. Opgehaald van Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/zeespiegelveranderingen-in-de-toekomst>
- Rijkswaterstaat. (1991). *Waterstanden Dagelijks en Extreem*.
- Rob, E. (sd). Hogeschool van Arnhem & Nijmegen, Arnhem.
- Rosati, J. D. (1990). *Functional Design Of Breakwaters For Shore Protection: Empirical Methods*. Washington, DC: Department Of The Army US Army Corps Of Engineers.
- Schoorl, H. (1999). *de Convexe Kustboog*. Schoorl: Pirola.
- Stichting van Bodemkartering. (1986). *Bodemkaart van Nederland*. Arnhem: Van der Wiel B.V.
- Van der Meer. (1995). *Conceptual design of rubble mound breakwaters*.
http://www.vandermeerconsulting.nl/downloads/stability_b/1995_vandermeer_conceptual_design.pdf.
- Veen, B. v. (2011). *Historische kustontwikkeling zuidkust Texel*. Deventer: Witteveen+Bos.
- Vreman, B.-J. (2008). *Handreiking Fysieke Veiligheid Zwemmers in Oppervlaktewater*. Amersfoort: DHV B.V.

Witteveen+Bos. (2009, Juni 03). *Dijkversterking Waddenzeedijk Texel*. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Planvorming. Opgeroepen op 02 20, 2017

Afbeeldingenlijst

Afbeelding 1: Projectlocatie Ceresstrandje	8
Afbeelding 2: Huidige situatie Prins Hendrikdijk + nieuw plan Prins Hendrikzanddijk (HHNK, sd).....	8
Afbeelding 3: Tombolo & salient (Deuxième Partie, sd)	12
Afbeelding 4: Bodemkaart (Stichting van Bodemkartering, 1986)	14
Afbeelding 5: Bedijkingen Texel (Haartsen)	15
Afbeelding 6: Zinkstukken Texelstroom (HHNK & Witteveen+Bos, 2016).....	15
Afbeelding 7: Reconstructie zuid Texel 1850 – 1900 (Schoorl, 1999)	16
Afbeelding 8: Reconstructie zuid Texel 1900 – 1950 (Schoorl, 1999)	16
Afbeelding 9: Reconstructie zuid Texel (Kadaster / ESRI, 2017)	17
Afbeelding 10: Vloedstroom	18
Afbeelding 11: Ebstroom.....	18
Afbeelding 12: Zanduitwisseling tijdens de vloed- & ebstroom tussen de stroomgeul en het gebied voor de kust van zuidoost Texel	19
Afbeelding 14: Schuine waterlijn door ligging in bocht	19
Afbeelding 13: Sedimenttransport langs de kust.....	19
Afbeelding 15: Stroomsnelheid eb (Witteveen+Bos, 2009).....	20
Afbeelding 16: Stroomsnelheid vloed (Witteveen+Bos, 2009)	20
Afbeelding 17: Mediane korreldiameter Marsdiep (Witteveen+Bos, 2009)	23
Afbeelding 18: Bezochte locaties	25
Afbeelding 19: Aanlanding Dijkmanshuizen.....	28
Afbeelding 20: Haven Oudeschild	28
Afbeelding 21: Gemaal de Schans	29
Afbeelding 22: Constructies Dijkmanshuizen.....	31
Afbeelding 23: Constructies Oudeschild	31
Afbeelding 24: Constructies De Schans	32
Afbeelding 25: Bathymetrische meting ten plaatse van Gemaal de Schans (ALA, 2016)	37
Afbeelding 26: Dwarsdoorsnede strekdam.....	38
Afbeelding 27: Soorten golven incl. brekerparameter (Rob)	39
Afbeelding 28: Tekening opbrengen zand.....	42
Afbeelding 29: Dwarsdoorsnede strekdam met aanbrengen strand.....	42
Afbeelding 30: Bovenanzicht strekdam.....	43
Afbeelding 31: Satellietfoto met ontwerp ingetekend	43
Afbeelding 32: Sedimenttransport langs kust PH-dijk	47
Afbeelding 33: Effect afsluiting Zuiderzee (Elias, 2006)	50

Figurenlijst

Figuur 1: Meest voorkomende windrichting van periode 2011 - 2014, gemeten in uren (versie april 2014).....	22
Figuur 2: Bepaling vorm strand (Rosati, 1990).....	40
Figuur 3: SSK-raming (toegevoegd als Bijlage C, zie DVD).....	45

Tabellenlijst

Tabel 1: Gemiddelde waterstanden Dagelijkse omstandigheden (Rijkswaterstaat, 1991)	21
Tabel 2: Gemiddelde over- en onderschrijdingsfrequentie extreme omstandigheden (Rijkswaterstaat, 1991).....	21
Tabel 3: Benodigde vergunningen.....	23
Tabel 4: Overzicht sterke en zwakke punten verschillende locaties.....	26
Tabel 5: Legenda tabel 4	26
Tabel 6: Mediane korreldiameters.....	30
Tabel 7: Multi criteria analyse tabel.....	34
Tabel 8: Uitgangspunten ontwerp recreatiestrand.....	36
Tabel 9: Gegevens voor formule van Van der Meer	39
Tabel 10: Benodigde vergunningen.....	48
Tabel 11: Eisen recreatie strand.....	50

Bijlagen

Bijlage 1: Checklist locatiebezoek

Locatieonderzoek Texel

Locatie:

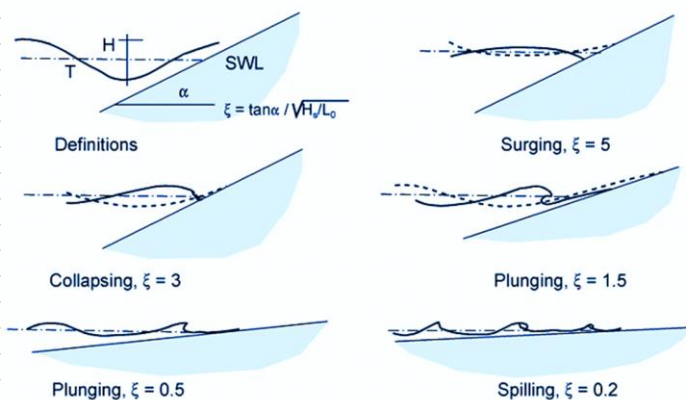
Datum:

Voorwaarde	Foto nummers:	Voldoet?	Toelichting
Het strand moet bereikbaar zijn via weg, fietspad of voetpad.			
Het strand moet bij voorkeur zo dicht mogelijk bij het Ceresstrand worden gerealiseerd.			
Er moet minstens 50 meter tussen de vaargeul en de waterlijn van het strand zitten.			
Strand dient minimaal 50 meter van gevaarlijke objecten te bevinden.			
Strand mag niet de uitstroom van gemalen beperken			

Bijlage 2: Bepaling Dn50

Input		Eenheid	Grootheid
Golfhoogte	Hs		2,7 m
Golfperiode	Tm		7 s
Talud (1:2)	tan alpha		0,5 -
Mate van openheid	P		0,5 -
Schadeniveau	Sd		8 -
relatieve dichtheid	Delta		1,59 -
aantal golven	N		1000 -
Berekening		Eenheid	Grootheid
L =			76,5 m
s0 =			0,035 -
xi =			2,66 -
Plunging breakers			
Hs/ Delta * dn50 =			2,55 -
dn50 =			0,668306 m
Surging breakers			
Hs/ Delta * dn50 =			1,92 -
dn50 =			0,887978 m
Plunging breakers =	0,67 -->		60 -300 kg.

$$\xi = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{s_0}} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H/L_0}} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{(2\pi H)/(gT^2)}}$$



For *plunging waves* ($\xi_m < \xi_{cr}$):

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = c_{pl} P^{0.18} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \xi_m^{-0.5}$$

and for *surging waves* ($\xi_m \geq \xi_{cr}$):

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = c_s P^{-0.13} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \sqrt{\cot \alpha} \xi_m^P$$

Bijlage 3: Tabel steensortering

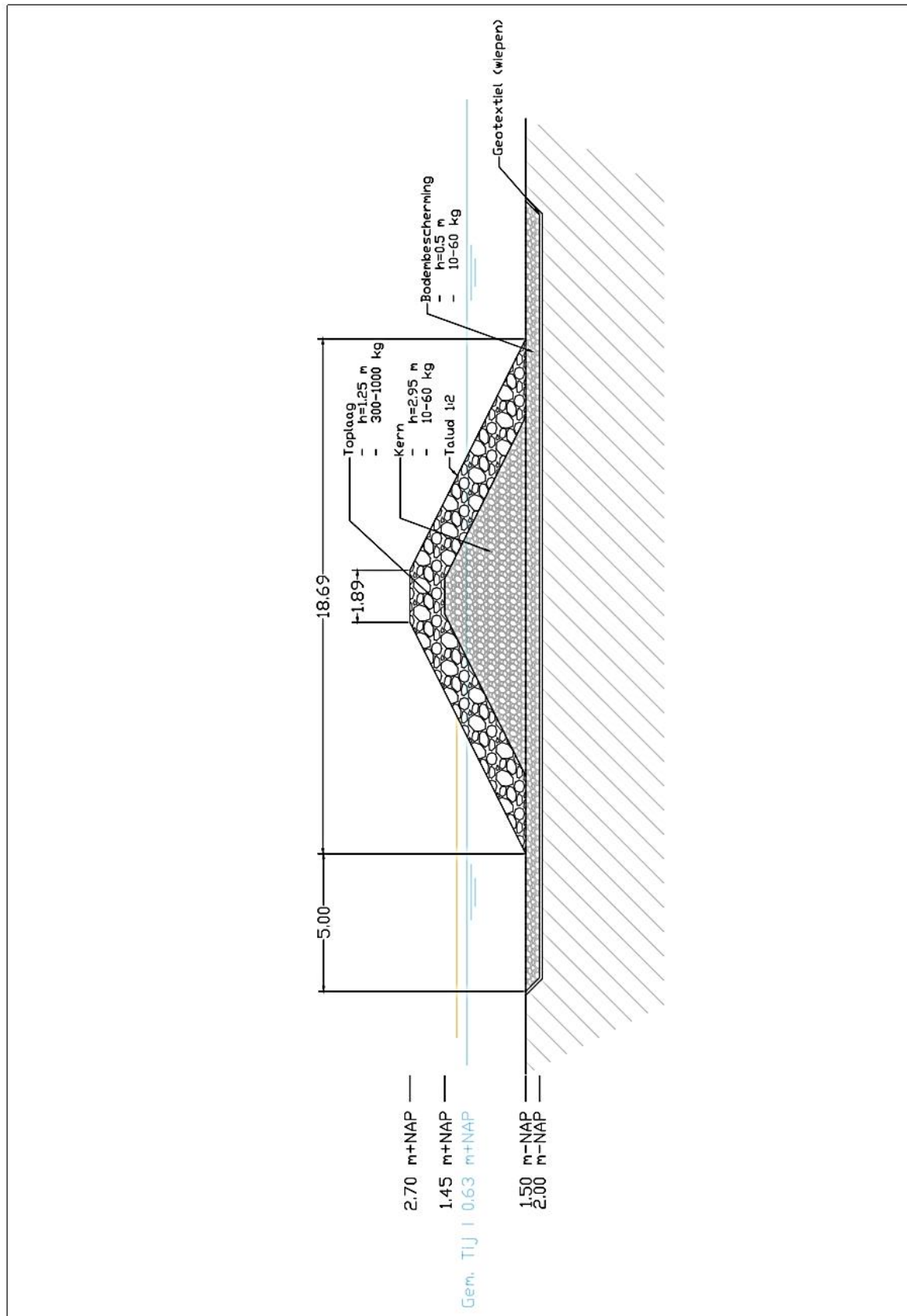
P _{aan} (kg/m ³) P _{water} (kg/m ³) vormfactor F _s [-]		STANDAARD SORTERINGEN NEN-EN 13383												LAAGDIKTE					bestorting d _(1-n) · p _z n = [kg/m ³]
Sortering		M _{gem}	M ₅₀ /M ₉₀	M ₅₀	nRRM	M ₁₅	M ₅₅	D ₅₀	D ₄₀	D ₁₅	D ₅₅	D ₅₀ /D ₁₅	ΔD ₅₀ Δ = 1,650	minimaal 1,50 D ₅₀	nauwkeurigheid 1,64 σ = f · D ₅₀ licht/zwaar f _{droog} f _{nat} f _{storten}	gemiddelde dikte d = 1,50 D ₅₀ + f · D ₅₀ vanaf land droog nat storten			
fijn		[kg]	[-]	[kg]	[-]	[kg]	[kg]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[m]	[-]	[-]	[m]	[m]	
licht						R-R eq.	R-R eq.												
zwaar																			
oud: 40/100 mm	min	0,4		0,4		0,1	1,4	0,062	0,062	0,038	0,086	1,28	0,09				0,19	0,24	484
	gem	0,7		0,7		0,3	2,4	0,075	0,063	0,053	0,102	2,01	0,10	0,09					
	max	1,1		1,1		0,7	3,7	0,088	0,074	0,067	0,118	3,11	0,12						
oud: 80/200 mm	min	3,0		3,0		0,9	10,8	0,123	0,104	0,075	0,169	1,24	0,17				0,29	0,34	640
	gem	5,4		5,4		2,6	17,2	0,150	0,127	0,106	0,198	1,96	0,21	0,19					
	max	8,8		8,8		5,6	25,8	0,177	0,149	0,138	0,226	3,01	0,25						
45/125 mm	min	0,4		0,4		0,2	2,7	0,063	0,053	0,045	0,106	1,45	0,09						
	gem	0,8		0,8		0,5	3,3	0,080	0,067	0,059	0,114	2,01	0,11	0,10		(0,1m / 0,15 m / 0,2 m)	0,20	0,25	495
	max	1,5		1,5		0,9	4,1	0,097	0,082	0,073	0,122	2,71	0,13						
63/180 mm	min	1,2		1,2		0,6	8,0	0,090	0,076	0,063	0,153	1,46	0,13				0,25	0,30	568
	gem	2,4		2,4		1,3	9,9	0,115	0,097	0,084	0,164	2,05	0,16	0,15					
	max	4,4		4,4		2,8	12,0	0,140	0,118	0,105	0,175	2,78	0,19						
90/250 mm	min	3,1		3,1		1,6	21,0	0,125	0,105	0,090	0,211	1,46	0,17				0,30	0,35	660
	gem	6,5		6,5		3,6	26,0	0,160	0,135	0,118	0,227	2,01	0,22	0,20					
	max	11,6		11,6		6,8	31,7	0,184	0,164	0,145	0,242	2,89	0,27						
45/180 mm	min	0,4		0,4		0,2	2,7	0,063	0,053	0,045	0,144	1,76	0,09				0,22	0,27	526
	gem	1,4		1,4		0,6	8,9	0,095	0,080	0,064	0,159	2,85	0,13	0,12					
	max	3,3		3,3		1,2	11,6	0,127	0,107	0,082	0,173	3,84	0,18						
90/180 mm	min	3,0		3,0		0,9	9,7	0,123	0,104	0,075	0,163	1,52	0,17				0,27	0,32	609
	gem	3,9		3,9		1,7	13,4	0,135	0,114	0,091	0,182	2,02	0,19	0,17					
	max	5,1		5,1		2,7	17,9	0,147	0,124	0,107	0,200	2,67	0,20						
5-40 kg	min	10		10		6	25	0,21	0,17	0,16	0,25	1,27	0,23						
	gem	15	1,39	21	1,74	9	37	0,24	0,20	0,18	0,28	1,60	0,33	0,30		0,5	0,8	1,0	820
	max	20		20		12	49	0,26	0,22	0,20	0,31	2,02	0,36						
10-60 kg	min	20		20		13	45	0,26	0,22	0,20	0,30	1,24	0,36						
	gem	28	1,35	37	2,02	18	61	0,29	0,24	0,22	0,33	1,50	0,40	0,36		0,5	0,8	1,0	990
	max	35		47		23	78	0,31	0,26	0,24	0,37	1,81	0,43						
40-200 kg	min	80		102		53	159	0,40	0,34	0,32	0,46	1,26	0,56						
	gem	100	1,27	127	2,25	67	199	0,43	0,36	0,35	0,50	1,44	0,60	0,54		0,5	0,8	1,0	1490
	max	120		152		80	238	0,46	0,39	0,37	0,53	1,65	0,64						
60-300 kg	min	149		149		78	233	0,45	0,38	0,37	0,53	1,23	0,63						
	gem	155	1,24	193	2,25	101	301	0,49	0,42	0,40	0,57	1,44	0,69	0,63		0,5	0,7	0,9	1650
	max	190		236		124	369	0,53	0,45	0,43	0,61	1,68	0,74						
15-300 kg	min	45		71		21	62	0,35	0,30	0,24	0,47	1,36	0,49						
	gem	90	1,57	141	1,21	43	125	0,45	0,38	0,39	0,57	1,37	0,62	0,56		0,5	0,7	0,9	1480
	max	135		212		64	187	0,51	0,43	0,34	0,67	2,84	0,71						
300-1000 kg	min	540		628		387	879	0,73	0,62	0,62	0,82	1,21	1,02						
	gem	615	1,16	715	3,00	441	1001	0,77	0,65	0,65	0,86	1,31	1,07	0,97		0,5	0,7	0,9	2550
	max	890		802		495	1123	0,80	0,67	0,68	0,89	1,43	1,11						
1000-3000 kg	min	1700		1868		1202	2537	1,06	0,89	0,91	1,17	1,20	1,47						
	gem	1900	1,10	2088	3,29	1344	2836	1,10	0,92	0,94	1,21	1,28	1,52	1,39		0,5	0,6	0,8	3490
	max	2000		2308		1485	3134	1,13	0,95	0,98	1,25	1,38	1,58						
3000-6000 kg	min	4200		4427		3363	5369	1,41	1,19	1,28	1,50	1,12	1,96						
	gem	4500	1,05	4743	5,22	3592	5752	1,44	1,21	1,31	1,53	1,17	2,00	1,82		0,5	0,6	0,8	4590
	max	4800		5059		3832	6136	1,47	1,24	1,34	1,57	1,22	2,05						
6000-10000 kg	min	7500		7890		6258	8954	1,69	1,43	1,58	1,77	1,08	2,35						
	gem	8000	1,02	8192	7,08	6675	9444	1,73	1,46	1,61	1,81	1,12	2,40	2,19		0,5	0,6	0,8	5500
	max	8500		8704		7032	10034	1,76	1,49	1,65	1,85	1,17	2,45						
10000-15000 kg	min	12000		12000		10199	13434	1,96	1,65	1,86	2,04	1,07	2,73						
	gem	12500	1,00	12500	8,92	10624	13994	1,99	1,68	1,88	2,06	1,10	2,77	2,52		0,5	0,6	0,8	6340
	max	13000		13000		11049	14554	2,01	1,70	1,91	2,09	1,13	2,80						

Bijlage 4: Bepaling kritische stroomsnelheid

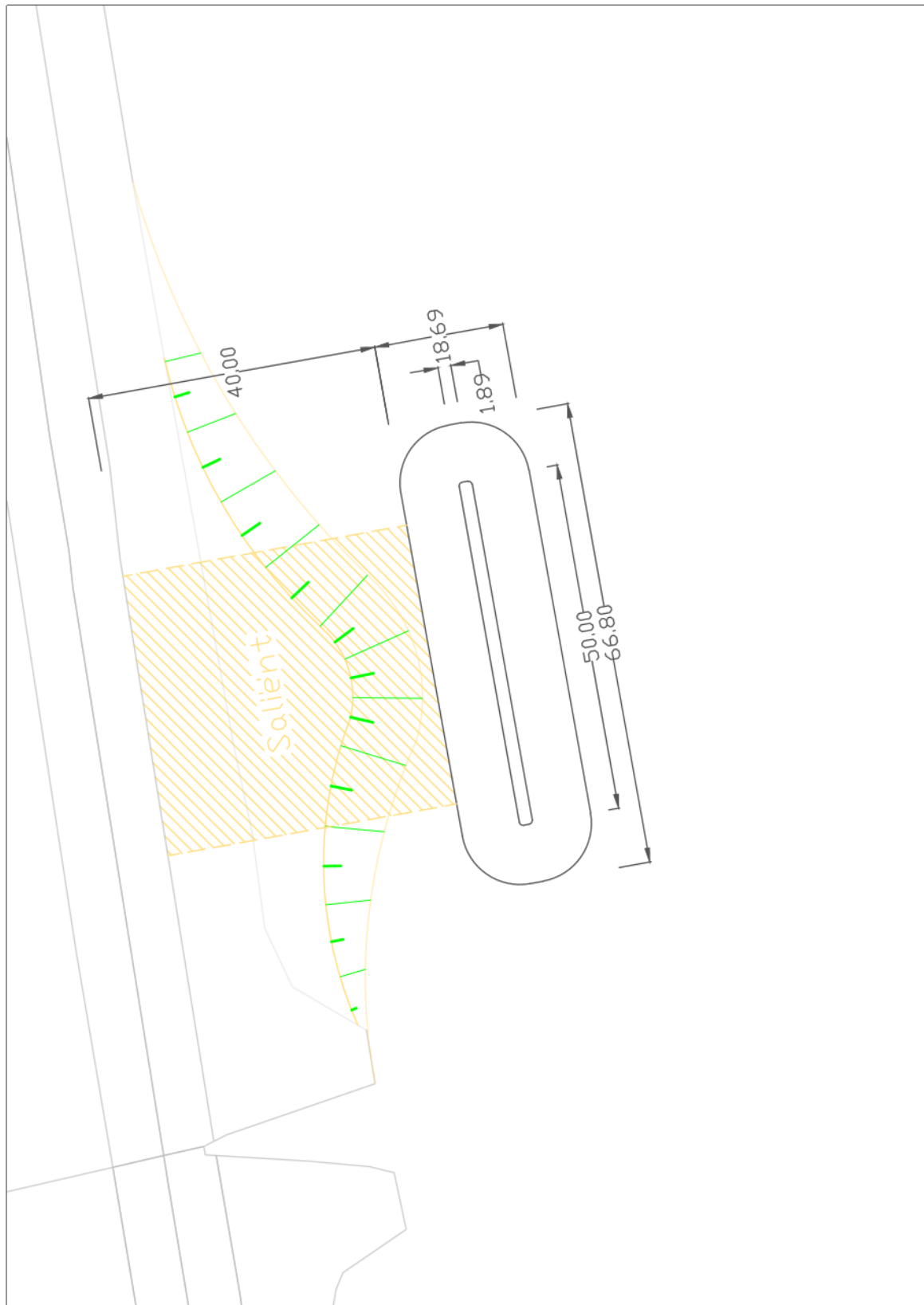
De schans						
Bij een wandruwheid van 0,03 m						
Hydraulische straal	h/R_h	=			2,00	m
Wandruwheid	k	=	25 mm	=	0,03	m
Korrel diameter	D	=	0,268 mm	=	0,000268	m
Chezy-Coefficient	C	=			53,68	m ^{0,5} /s
Kinematische Viscositeit	ν	=			0,000001	m ² /s
Relatieve massadichtheid	Δ	=			1,585	
Zwaartekracht versnelling	g	=			9,81	m/s ²
	D^*	=			6,690	
Shieldparameter	Θ_{cr}	=			0,041	
Kritische schuifspanningsnelheid	u^*	=			0,014	m/s
Kritische stroomsnelheid	U_{kr}	=			0,239	m/s
Bij een wandruwheid van 0,05 m						
Hydraulische straal	h/R_h	=			2,00	m
Wandruwheid	k	=	50 mm	=	0,05	m
Korrel diameter	D	=	0,268 mm	=	0,000268	m
Chezy-Coefficient	C	=			48,26	m ^{0,5} /s
Kinematische Viscositeit	ν	=			0,000001	m ² /s
Relatieve massadichtheid	Δ	=			1,585	
Zwaartekracht versnelling	g	=			9,81	m/s ²
	D^*	=			6,690	
Shieldparameter	Θ_{cr}	=			0,041	
Kritische schuifspanningsnelheid	u^*	=			0,014	m/s
Kritische stroomsnelheid	U_{kr}	=			0,215	m/s
Bij een wandruwheid van 0,10 m						
Hydraulische straal	h/R_h	=			2,00	m
Wandruwheid	k	=	100 mm	=	0,10	m
Korrel diameter	D	=	0,268 mm	=	0,000268	m
Chezy-Coefficient	C	=			42,84	m ^{0,5} /s
Kinematische Viscositeit	ν	=			0,000001	m ² /s
Relatieve massadichtheid	Δ	=			1,585	
Zwaartekracht versnelling	g	=			9,81	m/s ²
	D^*	=			6,690	
Shieldparameter	Θ_{cr}	=			0,041	
Kritische schuifspanningsnelheid	u^*	=			0,014	m/s
Kritische stroomsnelheid	U_{kr}	=			0,191	m/s

Bijlage 5: Tekeningen

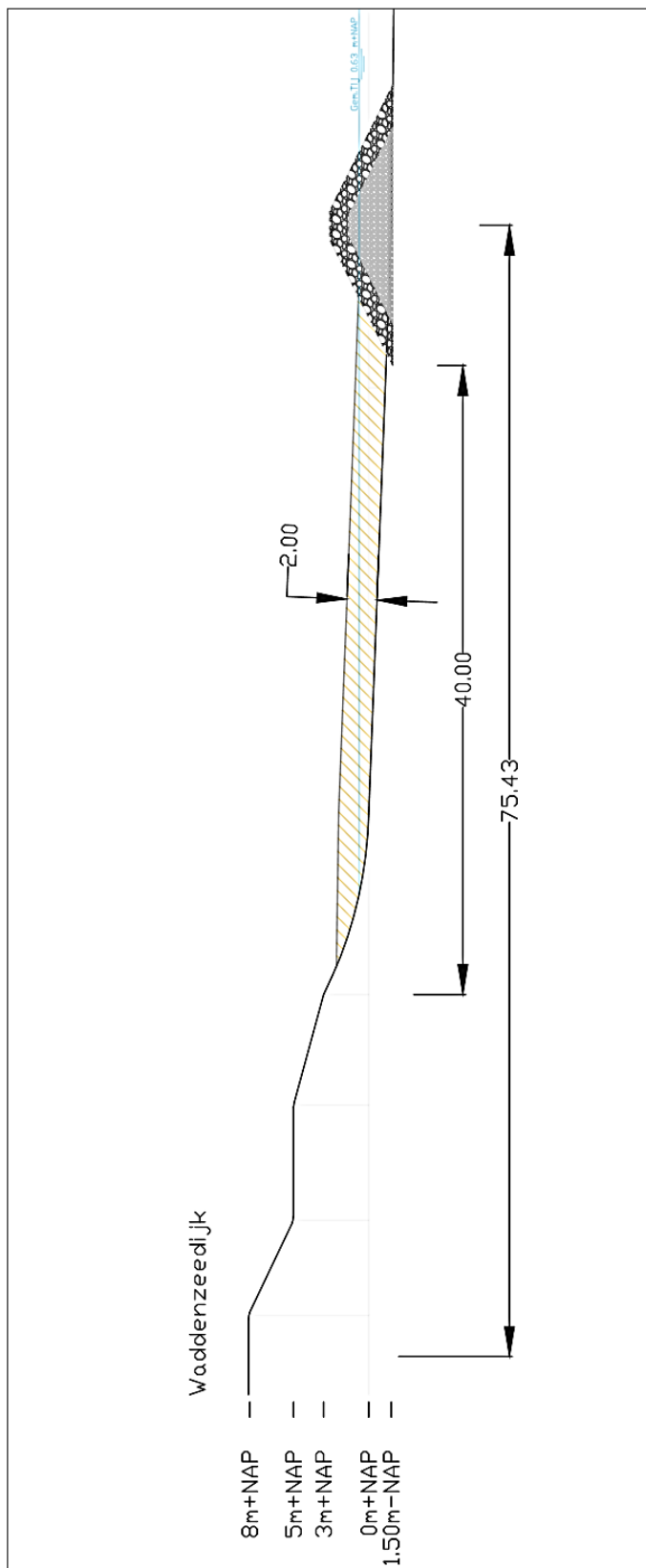
Bijlage 5.1 Doorsnede constructie



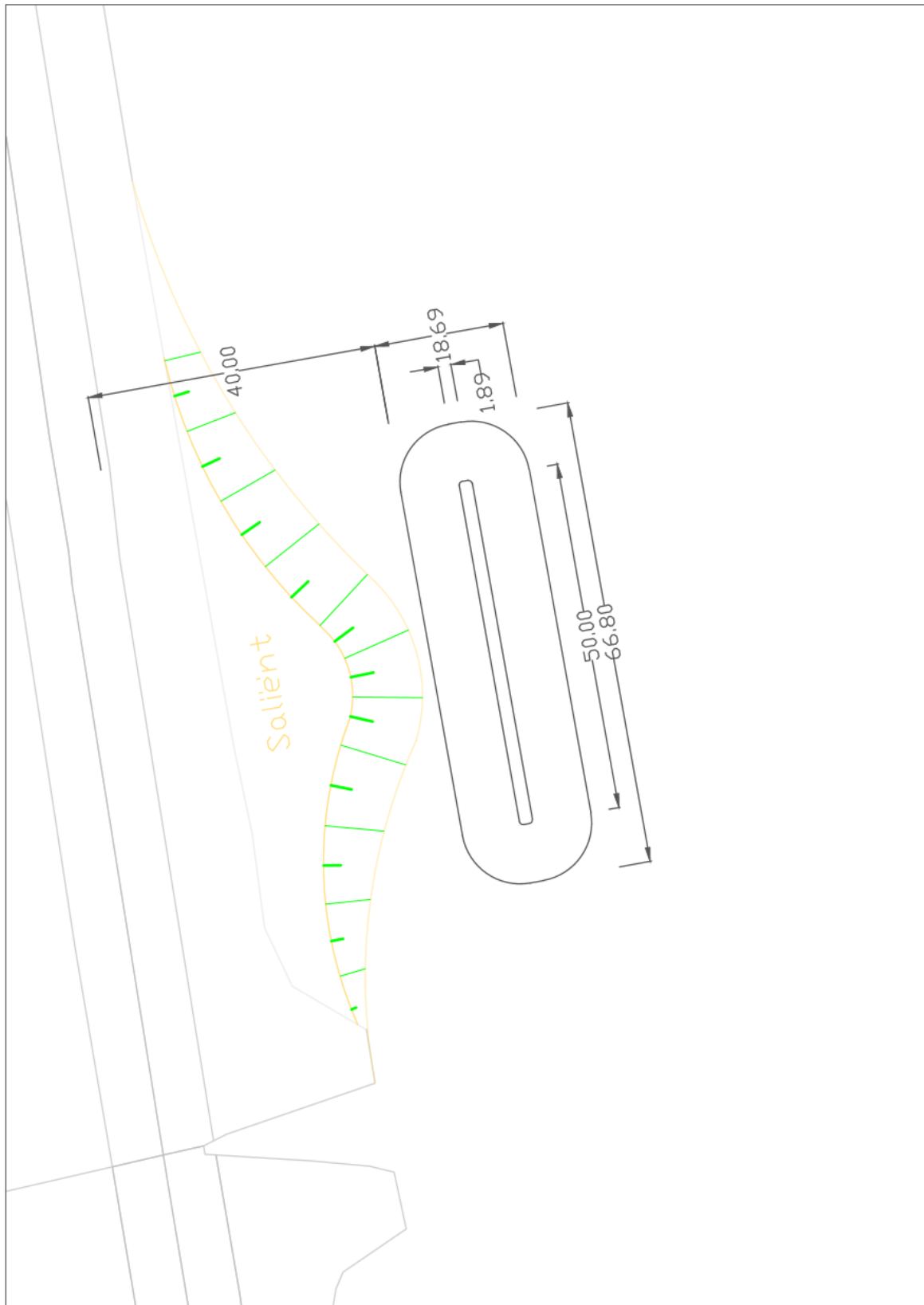
Bijlage 5.2 Bovenaanzicht met zandaanbreng



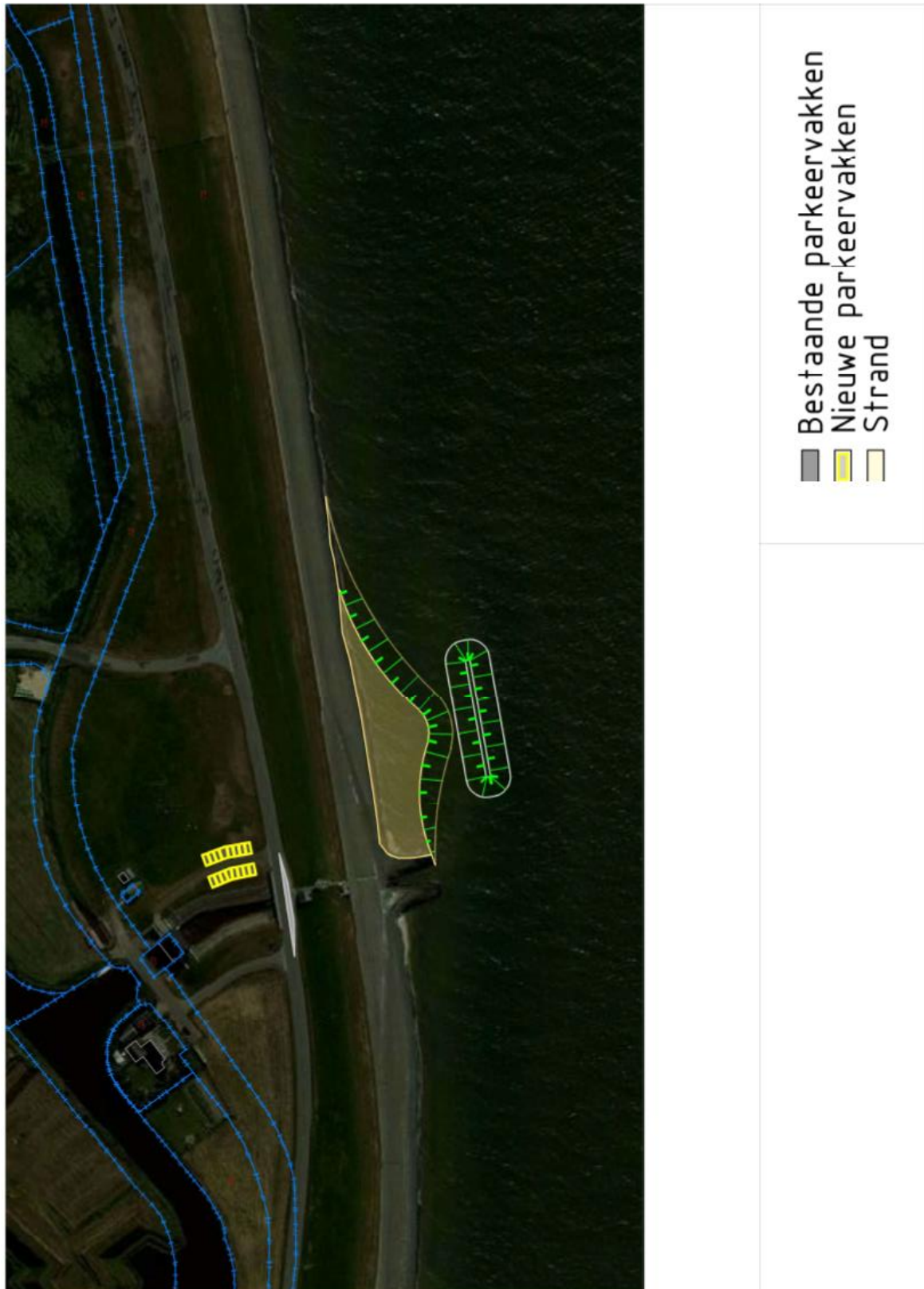
Bijlage 5.3 Doorsnede geheel



Bijlage 5.4 Bovenaanzicht



Bijlage 5.5 Satellietfoto met ontwerp



[Bijlage 6: DVD deelrapporten en SSK-raming](#)