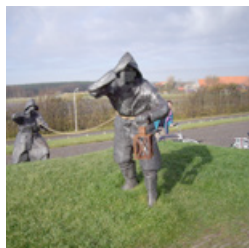


**Ontwerp Projectplan
dijkverbetering Waddenzeedijk
Ameland**



Ontwerp Projectplan dijkverbetering Waddenzeedijk Ameland

referentie	projectcode	status
AME5-1/holj2/177	AME5-1	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
ir. J.K. Muntinga	mw. ir. C.M. Sluis	30 november 2012

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	ir. J.K. Muntinga	

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Aanleiding voor de dijkversterking	1
1.2. Beschrijving dijkkringgebied	2
1.3. Beschrijving dijktrajecten	3
1.4. Voortraject Projectplan	3
1.5. Leeswijzer	5
2. TOETSING ALS BASIS VAN DE VERSTERKING	7
2.1. Procedure	7
2.2. Toetsresultaten	7
3. ONTWERPUITGANGSPUNTEN	13
3.1. Vigerende normen en leidraden	13
3.2. Robuust, uitbreidbaar en flexibel ontwerpen	13
3.3. Ontwerp randvoorwaarden	14
3.4. Rekenregels piping	16
3.5. Geotechnische randvoorwaarden	16
3.6. Bodemdaling	18
4. ONTWERP DIJKVERSTERKING	21
4.1. Beschrijving ontwerpprofiel	21
4.2. Kruinhoogte (HT)	24
4.3. Piping en Heave (STPH)	27
4.4. Macrostabieliteit (STBI en STBU)	28
4.5. Microstabieliteit (STMI)	29
4.6. Taludbekleding (STBK)	29
4.7. Stabieliteit Voorland (STVL)	32
4.8. Bijzondere en afwijkende constructies	33
5. UITVOERING	39
5.1. Inleiding	39
5.2. Grondverzet, materiaal en materieel	39
5.3. Depots, vaar- en rijroutes	40
5.3.1. Depots	40
5.3.2. Vaarroutes	41
5.3.3. Rijroutes	43
5.4. Kabels en leidingen	44
5.5. Uitvoeringsfasering en periodes	45
5.6. Beheer en onderhoud	47
6. TOETSING WATERWET	49
6.1. Doelen waterwet	49
6.2. Overstromingen, wateroverlast en waterschaarste	49
6.3. Chemische en ecologische waterkwaliteit	50
6.4. Maatschappelijke functies	50
6.5. Conclusies toetsing Waterwet	52
6.6. Voorzieningen	52
7. UITVOERBAARHEIDSTOETS	53
7.1. Milieueffectrapportage	53
7.2. Planologische inpassing	54

7.3. Andere noodzakelijke vergunningen en relevante besluiten	54
---	----

LITERATUUR	57
-------------------	-----------

laatste bladzijde	57
-------------------	-----------

BIJLAGEN	aantal blz.
I Ontwerpdwarsprofielen	1
II Bovenanzichten	7
III Bijzondere locaties	10
IV Overzichtstekening kabels en leidingen en peilgebieden	1
V Piping omgang met onzekere ontwerpregels	2

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding voor de dijkversterking

Het klimaat verandert en de zeespiegel stijgt hierdoor steeds sneller. Dit resulteert in hogere waterstanden en hogere en langere golven op de Noordzee en Waddenzee. De golven zijn daardoor krachtiger. Dit betekent dat de dijken in extreme omstandigheden zwaarder worden belast; de golven lopen immers met meer energie tegen de zeewering aan.

Toetsing van de huidige Waddenzeedijk

De toetsing van waterkeringen aan de wettelijke veiligheidsnormen is geïntroduceerd met de Wet op de waterkering. Inmiddels is deze wet opgegaan in de Waterwet (per 22 december 2009). In de Waterwet is opgenomen, dat de veiligheid van de waterkeringen eens per zes jaar moet worden getoetst aan de veiligheidsvoorschriften (art. 2.12 Waterwet). Deze veiligheidsvoorschriften worden elke zes jaar aangepast aan de dan geldende klimaatomstandigheden.



De toetsing van de Waddenzeedijk op Ameland is nog uitgevoerd onder het regime van de Wet op de waterkering. Bij deze toetsing van de Waddenzeedijk zijn de betonblokken en de grasbekleding op het buitentalud als onvoldoende beoordeeld. De hoogte van de dijk is in de toetsing van 2006 als voldoende beoordeeld. Bij een toetsfrequentie van eens in de zes jaar vindt de volgende toetsing plaats in 2012. In het kader van mogelijke aanpassing van de Waterwet wordt de derde toetsronde echter verlengd. Het streven is om de toetsfrequentie aan te passen van een keer per zes naar een keer per twaalf jaar.

Het gevolg van de toetsing, in de tweede toetsronde van 2001 - 2006, is dat Wetterskip Fryslân, als beheerder van de Waddenzeedijk, een dijkverbetering moet uitvoeren. De dijk moet zodanig worden aangepast, dat deze bij de volgende toetsronde (en ook de daarna volgende toetsronden) wordt goedgekeurd.

Ontwerpen voor de dijkversterking van de Waddenzeedijk

Bij een dijkverbetering wordt de dijk zodanig aangepakt, dat alle onderdelen, gedurende een planperiode van 50 jaar, voldoen aan de eisen op het gebied van hoogwaterveiligheid. Het verbeteringsontwerp wordt gebaseerd op ontwerprandvoorwaarden, die zwaarder zijn dan de bestaande toetsrandvoorwaarden¹, omdat bij het opstellen ervan onder meer ook rekening wordt gehouden met verwachte klimaatveranderingen en zeespiegelstijging, het zogenaamde 'WB21 middenscenario'. Door de zwaardere ontwerprandvoorwaarden moet in het nieuwe ontwerp niet alleen de bekleding, maar ook de hoogte worden aangepast.

Financiering

De kosten van dijkverbeteringen worden voor 75 % door het Rijk betaald. Vanaf 1 januari 2011 betalen de waterschappen 25 % van de kosten voor dijkverbeteringen. De dijkverbetering op Ameland is, vanwege het aandeel van het Rijk, opgenomen in het Hoogwaterbe-

¹ Uitzondering hierop vormen de maatregelen ter voorkoming van piping. Dit wordt toegelicht in hoofdstuk 3.

schermingsprogramma (HWBP). Het HWBP is een subsidieprogramma van de begroting van het ministerie van Verkeer en Waterstaat, waarin de Rijksbijdragen aan de verbetering van de primaire waterkeringen zijn opgenomen. Het HWBP hanteert criteria voor de techniek van de dijkverbetering als voorwaarde voor de subsidieverlening (criteria techniek (HWBP)); dit zijn voornamelijk verwijzingen naar vigerende leidraden en technische rapporten.

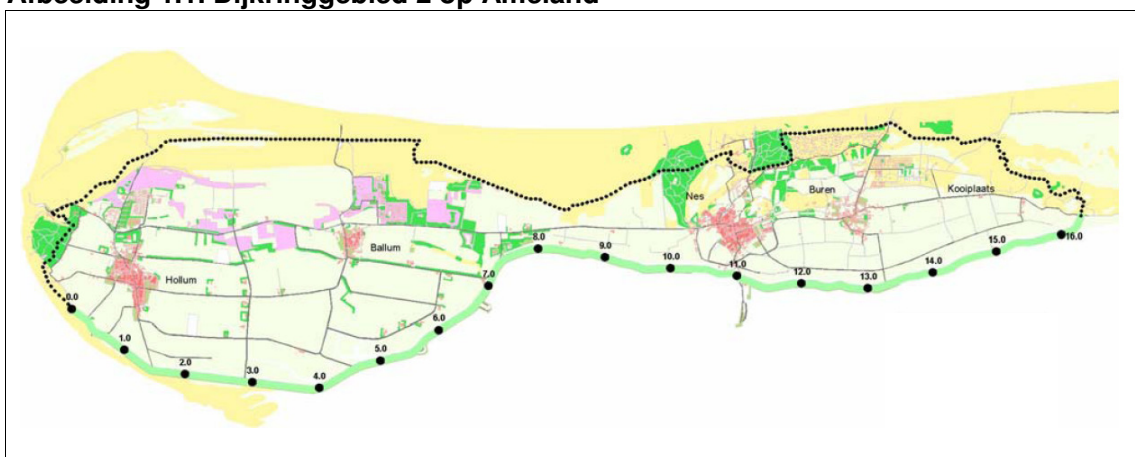
Wetterskip Fryslân heeft als beheerder de verantwoordelijkheid om voor deze waterkering te komen tot een concreet projectplan (art. 5.5 Waterwet), waarmee weer aan de wettelijke veiligheidsnorm wordt voldaan. Volgens de planning van het HWBP dient de dijkverbetering in 2015 gerealiseerd te zijn.

1.2. Beschrijving dijkringgebied

Het beschermde deel van Ameland (het deel van Ameland waar de Waddenzeedijk en de duinen zijn gelegen) wordt aangeduid als Dijkringgebied 2 in bijlage 2 van de Waterwet (zie afbeelding 1.1). Voor dit dijkringgebied geldt, op basis van dezelfde wet, een normfrequentie van 1/2.000 per jaar. Dit is een combinatie van de hydraulische belastingen (waterstand, golven) die zich gemiddeld eens per 2000 jaar voordoen. Het houdt in dat er rekening wordt gehouden met een situatie die zich eens in de 2000 jaar kan voordoen; een situatie waarbij een combinatie van extreme golven en hoge waterstanden optreedt.

Het dijkringgebied wordt aan de noordzijde bedreigd door de Noordzee en aan de zuidzijde door de Waddenzee. De waterkering heeft een totale lengte van ongeveer 36,6 km, bestaande uit 20 km duinen en ongeveer 16,6 km dijk. Alle waterkeringen zijn primaire waterkeringen van de categorie a (dijkring omsluitende keringen, buitenwater kerend). Het deel van de dijkring dat verbeterd moet worden is de Waddenzeedijk, dus gelegen aan de zuidzijde van het eiland. De dijkverbetering omvat het dijktraject km 0 tot en met 16,6 (afbeelding 1.1), de aansluitconstructie op de Tonneduinen in het westen, de aansluiting op de veerdam en de aansluitconstructie op de Kooiduinen in het oosten. Het waterbeheer van de polder berust, evenals het beheer van de Waddenzeedijk, bij Wetterskip Fryslân. Het zachte deel van de primaire kering, de duinen, is in beheer bij Rijkswaterstaat Noord-Nederland. Het duinbeheer wordt grotendeels uitgevoerd door Staatsbosbeheer.

Afbeelding 1.1. Dijkringgebied 2 op Ameland



1.3. Beschrijving dijktrajecten

Afbeelding 1.2 presenteert de indeling van de Waddenzeedijk in 9 dijkvakken en tabel 1.1 beschrijft deze dijkvakken. De verschillende dijkvakken zijn niet allemaal onderscheidend qua ligging en qua problematiek. Daarom zijn voor het ontwerp (en de effectenbeoordeling) van de dijkversterking de dijkvakken samengevoegd naar vijf dijktrajecten. Deze trajecten staan beschreven in tabel 1.2. Het dwarsprofiel van de dijk op de verschillende dijktrajecten is in de huidige situatie vrijwel uniform. Alleen de kruinhoogte varieert, afhankelijk van de ligging op de overheersende windrichting. Op enkele plekken is er een enigszins afwijken-de bekleding.

Afbeelding 1.2. Dijkvakken Waddenzeedijk op Ameland



Tabel 1.1. De Waddenzeedijk is verdeeld in negen dijkvakken

vak	omschrijving	traject (van km tot km)	lengte
0	overgang naar Tonneduinen	0,00 - 1,50	1,5
1	Feugelpôle	1,50 - 3,90	2,4
2	Lange Sloot	3,90 - 5,50	1,6
3a	Oostergrie	5,50 - 6,70	1,2
3b	Ballumerbocht	6,70 - 8,10	1,4
4	Schorumweg	8,10 - 11,00	2,9
5	polder Nes	11,00 - 13,10	2,1
6	Buurdergrie	13,10 - 16,30	3,2
7	overgang naar Kooiduinen	16,30 - 16,50	0,2

Bron: Hydraulische Randvoorwaarden 2006 voor het toetsen van primaire waterkeringen, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, september 2007.

Tabel 1.2. Dijktrajecten

dijktraject	omschrijving	argument samenvoeging
I: dijkvak 0 en 1	Tonneduinen - Feugelpôle	dijken met voorland
II: dijkvak 2 en 3a	Lange Sloot - Oostergrie	dijken zonder voorland en met open water er achter
III: dijkvak 3b en 4	Ballumerbocht - Schorumweg	binnendijkse knelpunten met beperkte ruimte voor bin-nenwaartse dijkverbetering
IV: dijkvak 5 en 6	polder Nes - Buurdergrie	relatief uniform qua ligging
V: dijkvak 7	overgang naar Kooiduinen	overgangsdijk in de luwte

1.4. Voortraject Projectplan

Het voortraject naar dit projectplan dijkversterking Ameland is gestart in 2009 met de publi-catie van de startnotitie. Op basis van de startnotitie zijn verschillende alternatieven voor de dijkversterking onderzocht. Op basis van een afweging van onder andere ontwerpaspecten

en milieueffecten is een voorkeursalternatief vastgesteld. Dit voorkeursalternatief en de afweging zijn beschreven in het milieueffectrapport (MER), waarvan het definitieve versie eind zomer 2012 is afgerond. Gedurende het voortraject van 2009 tot 2012 zijn verschillende oplossingen in beeld geweest en zijn ook de hydraulische randvoorwaarden (de technische ontwerpuitgangspunten) gewijzigd.

De startnotitie

In de Startnotitie over de dijkverbetering Ameland zijn voor de dijkverbetering de alternatieven 'buitenwaarts', 'binnenwaarts' en 'op de as' gepresenteerd. Uitgangspunt is steeds geweest het handhaven van het bestaande tracé om daarmee de kosten en het ruimtebeslag aan de binnenzijde of aan de buitenzijde zo beperkt mogelijk te houden. Het in de startnotitie gepresenteerde ontwerp voor de dijkverbetering leidde tot een dijk die gemiddeld 10 m breder zou worden dan de bestaande dijk. Deze ruimte moest aan de binnenzijde of aan de buitenzijde worden gevonden.

De reactie op de ingediende zienswijzen

De startnotitie is gepresenteerd op een publieksavond in Nes in maart 2009. Op de startnotitie zijn diverse zienswijzen ingediend. Met name kwam naar voren dat een groene dijk gewenst werd en dat de lage buitenberm gehandhaafd moest blijven, zodat daar op gefietst en gewandeld kan blijven worden. Ook bleek veel weerstand tegen het extra ruimtebeslag van dijkverbetering op het eiland.

Naar aanleiding van deze reacties is het dijkprofiel aangepast: er is een ontwerpprofiel gekomen met twee buitenbermen, waarbij de lage berm werd gehandhaafd. Ook is een extra ontwerpstep gezet om met de dijkverbetering extra natuurwaarde te genereren. Hieruit is het concept rijke dijken naar voren gekomen: het additioneel gebruik maken van steenbestorting, die in een strook langs de teenconstructie wordt toegepast. Hiermee wordt meer diversiteit in de leefomstandigheden gecreëerd, doordat deze bekleding meer kansen voor ecologie biedt.



Naar een voorkeursalternatief

In het voortraject zijn alternatieven onderzocht voor de dijkversterking met een binnen- of buitenwaartse versterking. Najaar 2010 zijn de resultaten bekend geworden van de eerste berekeningen voor de nieuwe hydraulische randvoorwaarden. Hieruit kwam naar voren dat de combinatie van hoge ontwerpwaterstanden en golfhoogten wellicht wat te extreem was berekend met de geldende hydraulische randvoorwaarden van 2006. Wetterskip Fryslân

heeft daarom opdracht gegeven aan Deltares om een vooruitberekening te maken voor de nieuwe hydraulische randvoorwaarden (formeel nog niet vastgesteld).

Het resultaat van deze vooruitberekening is, dat met name de golfhoogten bij de maatgevende hoogwaterstanden lager bleken te zijn dan waarvan eerder is uitgegaan. Vervolgens is een nieuw dijkprofiel ontworpen op basis van deze nieuwe (vooruitberekende) hydraulische randvoorwaarden. Uit een ontwerptimalisatie is gebleken, dat de hooggelegen stormberm kon vervallen en dat het nieuwe dijkprofiel niet leidt tot extra ruimtebeslag, omdat het past in het huidige ruimtebeslag van de dijk.

Het nieuwe dijkprofiel betekent, dat er voor de dijkverbetering slechts één alternatief resteert: dijkverbetering op de as. Er is geen ruimtebeslag meer in het Natura2000 gebied Waddenzee en geen ruimtebeslag meer in het EHS gebied op het eiland. In het MER is dit alternatief als voorkeursalternatief uitgewerkt; dit voorkeursalternatief is tevens de basis voor dit projectplan dijkverbetering.

1.5. Leeswijzer

In het onderliggende rapport worden in hoofdstuk 2 de toetsresultaten samengevat die de aanleiding vormen voor de dijkversterking. Hoofdstuk 3 beschrijft de ontwerpbasis en de gehanteerde uitgangspunten. Hoofdstukken 4 en 5 gaan vervolgens in op de voorgenomen dijkverbetering, met beschrijving van het ontwerp en de uitvoeringswijze.

Hoofdstuk 6 gaat in op de toetsing van de voorgenomen activiteit aan de Waterwet. Hierbij wordt gekeken naar de impact van de maatregelen en de mitigerende maatregelen die zijn genomen om negatieve effecten op de doelen van de Waterwet te voorkomen. Hoofdstuk 7 beschrijft tenslotte de resultaten van de uitvoerbaarheidstoets, waarin wordt ingegaan op de milieueffecten, het planologisch regime in de regio en overige noodzakelijke vergunningen en besluiten.

2. TOETSING ALS BASIS VAN DE VERSTERKING

2.1. Procedure

Wet op de waterkering

Op 15 januari 1996 is de Wet op de waterkering in werking getreden. In artikel 9 van deze wet is bepaald dat de beheerders van primaire waterkeringen iedere vijf jaar aan Gedeputeerde Staten van de provincie Friesland verslag dienen uit te brengen over de algemene waterstaatkundige toestand van de primaire waterkeringen in hun beheergebied.

Toetsing

De verslagen van de toetsing dienen als basis voor de verslagen die Gedeputeerde Staten iedere vijf jaar aan de minister van Verkeer en Waterstaat uitbrengen over de veiligheid van de dijkringgebieden in hun provincie. De toetsing is verder beschreven in paragraaf 2.2.

Verbeterplan

Voor de onderdelen die als onvoldoende beoordeeld worden dient een verbeterplan (projectplan dijkverbetering) te worden opgesteld. Om voor financiering door het Rijk in aanmerking te komen, moet de beheerder van de waterkering een verbeterplan indienen. De ingediende verbeterplannen komen in het landelijke Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). De staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat heeft dit programma vastgesteld. Het concept ontwerp dijkverbeteringsplan wordt vastgesteld door het Dagelijks Bestuur (DB). Na het tervisielegging wordt met eventuele wijzigingen het ontwerp dijkverbeteringsplan vastgesteld door het Algemeen Bestuur van Wetterskip Fryslân en dit wordt ingediend bij Gedeputeerde Staten ter goedkeuring.

Waterwet

De Wet op de Waterkering is op 22 december 2009 vervangen door de Waterwet. In de Waterwet is een achttal wetten samengevoegd. De Waterwet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. De regeling van de waterveiligheid is ook in de Waterwet opgenomen, zodat deze van toepassing is voor de dijkverbetering op Ameland.

2.2. Toetsresultaten

Resultaten 2e ronde veiligheidstoetsing

In afbeelding 1.2 zijn de dijkvakken van de Waddenzeedijk van west naar oost weergegeven. Deze indeling is overeenkomstig met het voor de veiligheidstoetsing gebruikte rapport 'Hydraulische Randvoorwaarden 2001' van het ministerie van Verkeer en Waterstaat [lit. 1.]. In de tweede toetsronde (2001 - 2006) is de Waddenzeedijk van Ameland afgekeurd op basis van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV) [lit. 2.].

In het rapport 'Uitgebreide rapportage veiligheidstoetsing Ameland' van Infram [lit. 3.] is beschreven welke onderdelen tijdens de tweede toetsronde onvoldoende scoorden. De toetsresultaten zijn verkort opgenomen in tabel 2.1.

Tabel 2.1. Resultaten tweede toetsronde

toetscriterium	totale lengte	goed	voldoende	onvoldoende	geen oordeel
hoogte	16,5 km		16,5 km		
stabiliteit:					
piping en heave	16,5 km	16,5 km			
macrostabiliteit buitenwaarts	16,5 km	16,5 km			
macrostabiliteit binnenwaarts	16,5 km	16,5 km			
microstabiliteit	16,5 km	16,5 km			
bekledingen:					
steenzetting	15,8 km	0,1 km		15,4 km	0,3 km
asfalt	15,9 km	15,9 km			
gras	16,5 km			15,8 km	0,7 km
voorland	16,5 km	16,5 km			
niet-waterkerende objecten	55 stuks				55 stuks

De toetsing heeft laten zien dat op het buitentalud met name de steenzetting onder de buitenberm en de steenzetting en grasbekleding boven de berm onvoldoende scores. De hoogte en stabiliteit van de waterkering scoren in de toetsing voldoende tot goed. De niet-waterkerende objecten hebben ‘geen oordeel’ gekregen, omdat zij niet zijn getoetst in de tweede toetsronde. Het gaat om kabels- en leidingen, begroeiing en bebouwing. Deze niet-waterkerende objecten worden in het ontwerp van de nieuwe dijk meegenomen, voor zover noodzakelijk.



De toetsing is uitgevoerd op basis van de hydraulische toetsrandvoorwaarden [lit. 1.] en de voorgeschreven toetsregels in het VTV [lit. 2.]. De toetsrandvoorwaarden zijn de randvoorwaarden die nu gelden¹. Bij het opstellen van het verbeteringsontwerp moet er rekening worden gehouden met een ontwerpperiode van 50 jaar. Het Wetterskip Fryslân heeft voor deze planperiode nieuwe ontwerprandvoorwaarden bepaald, die zijn opgenomen in het rapport ‘Hydraulische ontwerprandvoorwaarden voor dijkversterking Ameland’ [lit. 4.]. Het toepassen van deze hydraulische ontwerprandvoorwaarden heeft de instemming van het ENW (Expertise Netwerk Waterkeringen²).

Op basis van deze ontwerprandvoorwaarden en de huidige ontwerpleidraden is de afgekeurde dijkbekleding opnieuw ontworpen en moet de kruinhoogte worden aangepast. Doordat bij het ontwerpen van de Waddenzeedijk rekening gehouden moet worden met drie aspecten (bekleding, hoogte en stabiliteit) moet er in feite een compleet nieuw dijkontwerp worden gerealiseerd.

Uitwateringsduikers

Naast bovenstaande aanpassingen, worden ook drie uitwateringsduikers verbeterd/vervangen: De Skutehon, De Slenk en de Spieringsloot. In de tweede toetsronde zijn de duikers beoordeeld aan het VTV2006 op de HR2006. De drie duikers zijn beoordeeld

¹ De toetsrandvoorwaarden gelden voor een periode van 6 jaar, de ontwerprandvoorwaarden voor een periode van 50 jaar.

² Het ExpertiseNetWerk (ENW) is een adviesorgaan van de staatssecretaris van Verkeer en waterstaat.

als onvoldoende; alle op het faalmechanisme piping (STPH) en twee duikers (De Slenk en Spieringsloot) ook op Stabiliteit Constructie en Grond (STCG). Hierbij geldt het volgende:

- de beoordeling op piping is tot en met de geavanceerde methode doorlopen. De weerstand tegen onderloopsheid is onvoldoende. De duikers moeten worden verbeterd;
- de beoordeling op het toetsspoor Stabiliteit Constructie en Grond (STCG) is tot en met de gedetailleerde methode uitgevoerd. De twee duikers (De Slenk en Spieringsloot) hebben een gemetselde koker die nog dateert van voor de laatste dijkverbetering (1980). Uit de berekeningen en het veldonderzoek is gebleken dat een geavanceerd beoordelingsspoor niet tot een andere beoordeling zal komen. De constructie van de duikers De Slenk en Spieringsloot is onvoldoende. In het toetsrapport wordt geconcludeerd dat vervanging van de constructie de meest voor de handliggende optie is.

De benodigde verbeteringen aan de duikers bij De Slenk en bij de Spieringsloot zijn ingrijpend. De constructie dient vervangen te worden, en daarom wordt een integrale verbetering uitgevoerd waarbij de laatste inzichten in de hydraulische belasting van de komende 100 jaar het uitgangspunt zijn.

De uitwateringsduiker Skutehon is met eenvoudiger middelen te verbeteren. De aanpassingen aan de duiker tegen het faalmechanisme piping worden ook met de hydraulische randvoorwaarden van de komende 100 jaar ontworpen, echter een integrale verbetering voor alle beoordelingssporen is niet nodig.

In het watergebiedsplan is sprake van een extra uitwateringsduiker in de Ballumerbocht. Deze uitwateringsduiker maakt geen deel uit van dit projectplan. Als het watergebiedsplan, inclusief de uitwateringsduiker in de Ballumerbocht, definitief is vastgesteld, wordt hierin de aanbesteding of uitvoering van de dijkverbetering rekening mee gehouden.

Piping

Piping is het verschijnsel waarbij water onder een dijk door stroomt als gevolg van een waterstandsverschil. Bij extreem hoog buitenwater ontstaat een sterke kwelstroom onder de dijk door die zand meeneemt. Zo ontstaat als het ware een pijp die door terugschrijdende erosie steeds groter en langer wordt. Dit verschijnsel kan de dijk verzwakken en in het uiterste geval zelfs zorgen voor een dijkdoorbraak. Op Ameland is dan ook gekeken in hoeverre de dijk bestand is tegen piping en of er maatregelen genomen dienen te worden om piping te voorkomen.

Deltares heeft onderzoek verricht naar het mechanisme piping voor de dijk op Ameland. Op basis van de vigerende pipingregels volgens de rekenregel van Sellmeijer komt naar voren dat voor verschillende dijktrajecten onvoldoende kwelweglengte aanwezig is, rekening houdend met het slootpeil in een stormsituatie¹. De benodigde extra kwelweglengte wordt gereduceerd door de hydraulische weerstand van het wad. Wanneer hier rekening mee wordt gehouden, is er slechts voor één traject sprake van onvoldoende kwelweglengte. Dit betreft het traject van kmp 6,8 tot kmp 7,1, een stuk van 380 m in de bocht van dijkvak 3b, ter hoogte van de losstoep. Op dit traject is geen voorland aanwezig en ligt een geul op korte afstand voor de kust en voor de buitenteen van de dijk. Hierdoor is weerstand van het wad in mindere mate aanwezig. Het kwelweglengte tekort bedraagt circa 10 m. [lit. 9.]

¹ Uit de uitgevoerde geavanceerde toetsing is aanvankelijk geconcludeerd dat er geen pipingprobleem resteert bij de dijk op Ameland. Deze resultaten bleken echter niet correct door fouten in de rekenregel Bligh.

De toegepaste rekenregel Sellmeijer is nog niet officieel beschikbaar en goedgekeurd (door het ENW). Naar aanleiding van de laatste kennis die is verkregen binnen het onderzoeksprogramma Sterkte Belastingen Waterkeringen (SBW), onderdeel piping, worden de rekenregels mogelijk aangepast. De nieuwe rekenregels leiden waarschijnlijk tot andere uitkomsten met betrekking tot de noodzaak voor versterkingsmaatregelen voor piping.

Het nieuwe onderzoek naar het faalmechanisme piping binnen het programma SBW heeft veel kennis opgeleverd. Kennis dat tot nieuwe inzichten leidde, maar ook nieuwe vragen oproep. Vragen die eerst minder relevant leken of waarvan de antwoorden onbereikbaar waren, zoals de ontwikkelsnelheid van een pipe, de invloed van een dynamische buitenwaterstand of de bijdrage van het mechanisme op het overstromingsrisico van een dijkkringgebied. Er is een sterke behoefte om aanvullend onderzoek te doen naar deze vragen. Vanuit het lopende versterkingsproject Waddenzeedijk Ameland, project IJkdijk en het programma SBW zien betrokkenen mogelijkheden om een deel van deze vragen te beantwoorden.

Dit projectplan bevat geen directe maatregelen met betrekking tot piping. Een monitoringsprogramma (onderzoek) is onderdeel van het projectplan. Op basis van monitoring kan kennis worden verkregen op basis waarvan kan worden bepaald of en welke pipingmaatregelen noodzakelijk zijn. Het monitoringsplan is opgenomen in het bijlagenrapport.

Naar aanleiding van het dijkversterkingsproject en de recente ontwikkelingen op het gebied van piping heeft het Wetterskip de volgende doelen in de tijd gesteld:

- korte termijn: onderzoeken of de voorziene versterkingsmaatregelen geoptimaliseerd kunnen worden (voorziene maatregel is een oplossing zonder ruimtebeslag voor het traject van 380 m). Wellicht is een damwand of innovatieve oplossing mogelijk of in het gunstigste geval zijn er geen maatregelen meer tegen piping noodzakelijk. Beide uitkomsten leiden tot een kostenbesparing en minder overlast voor de omgeving;
- middellange termijn: beter de gevolgen in kaart brengen van de nieuwe inzichten, indien deze formeel worden vastgesteld. Dit geldt niet alleen voor dijkkringgebied 2, maar voor alle dijkkringgebieden binnen het beheersgebied van het waterschap;
- lange termijn: bijdragen aan het lopende onderzoek naar piping door een deel van de waterkering beschikbaar te stellen voor aanvullend onderzoek. De nieuwe pipinginzichten hebben effect op lange strekkingen van de Nederlandse waterkering met mogelijk grote investeringskosten tot gevolg. Het is van maatschappelijk belang om kennis van het mechanisme te ontwikkelen, zodat er verantwoorde versterkingmaatregelen doorgevoerd kunnen worden.

Overigens is de hoogst bekende, opgetreden buitenwaterstand bij de Waddenzeedijk gemeten op NAP + 3,6 m. Bij deze hoge buitenwaterstand zijn volgens Wetterskip Fryslân geen pipingverschijnselen waargenomen. Deze waarneming blijkt niet in tegenspraak met de theoretische berekeningen te zijn en er is zelfs nog reserve aanwezig.

Afbeelding 2.1. Mogelijk gevolg van piping



Bron: Han Knoeff (2008), presentatie SBW Piping. Deltares.

3. ONTWERPUITGANGSPUNTEN

Het ontwerp van de versterking is gebaseerd op een aantal randvoorwaarden en uitgangspunten. Hiertoe is voorafgaand aan het ontwerp een nota van uitgangspunten opgesteld [lit. 12.].

Een samenvatting van de randvoorwaarden uit deze Nota en enkele aanvullende uitgangspunten is opgenomen in dit hoofdstuk.

3.1. Vigerende normen en leidraden

Het ontwerp is opgesteld conform vigerende normen en leidraden voor primaire waterkeringen. Onderstaande lijst geeft de belangrijkste normen en leidraden die zijn gehanteerd bij de afleiding van de hydraulische randvoorwaarden, het bepalen van de relevante toeslagen en het berekenen van de dimensies van de dijkversterking.

Tabel 3.1. Normen en leidraden

nr.	titel	datum/ versie	organisatie
1	addendum leidraad zee- en meerdijken ten behoeve van het ontwerpen van meerdijken	maart 2009	ENW
2	technisch rapport waterspanningen bij dijken	september 2004	TAW
3	technisch rapport steenzettingen - Ontwerp	december 2003	TAW
4	technisch rapport steenzettingen - Achtergronden	december 2003	TAW
5	technisch rapport golfoploop en golfoverslag bij dijken	mei 2003	TAW
6	technisch rapport asfalt voor waterkeren	november 2002	TAW
7	technisch rapport waterkerende grondconstructies	juni 2001	TAW
8	leidraad zee- en meerdijken	december 1999	TAW
9	technisch rapport erosiebestendigheid van grasland als dijkbekleding	augustus 1998	TAW
10	grondslagen voor waterkeren	januari 1998	TAW
11	technisch rapport klei voor Dijken	mei 1996	TAW
12	The Rock Manual, The use of rock in hydraulic engineering, C683	2nd edition, 2007	CUR, CIRIA, CET-MEF
13	NEN6740: Geotechniek - TGB 1990 - Basiseisen en belastingen	september 2006	NEN
14	CUR 192: Breuksteen in de praktijk Deel 1: productie, verwerking en kwaliteitszorg	juni 1998	CUR
15	CUR 161 Filters in de waterbouw	juni 1993	CUR
16	CUR 162 Construeren met grond	november 1992	CUR
17	STOWA (2010) State of the art: asfaltdijkbekledingen	december 2010	STOWA

3.2. Robuust, uitbreidbaar en flexibel ontwerpen

In het addendum I op de Leidraad Zee en Meerdijken (LZM) ten behoeve van het ontwerpen van meerdijken [lit. 6.] (verder: het addendum) is omschreven hoe omgegaan dient te worden met de begrippen robuustheid en uitbreidbaarheid. Het begrip flexibiliteit is hieraan toegevoegd om aan te geven dat ondanks toeslagen voor toekomstige technische onzekerheden er een moment kan komen dat de bekleding aangepast moet worden.

Robuust

De bekleding is zodanig ontworpen dat de dijkvakken na verbetering weer voldoen aan de wettelijke veiligheidsnorm. Bij het ontwerpen is rekening gehouden met toekomstige ontwikkelingen en onzekerheden conform het addendum [lit. 6.].

Voor inherente onzekerheden in de ontwerpbelasting kunnen robuustheidstoelagen worden toegevoegd. Doel van de robuustheidtoeslag is om een ontwerp te maken met een robuuste levensduur, i.e. bij eventuele tegenvallers zal het ontwerp niet direct falen. Daarbij is er onderscheid in twee type onzekerheden:

1. technische onzekerheden;
2. beleidsmatige onzekerheden.

Bij technische onzekerheden wordt een toeslag op de verwachtingswaarde van de belastingparameter toegevoegd. Bij beleidsmatige onzekerheden kan een toeslag in rekening worden gebracht als gevolg van eventuele te verwachten veranderingen in het beleid. Voor beleidsonzekerheden worden voor de dijkversterking Ameland geen toeslagen meegenomen.

De technische onzekerheden worden meegenomen door een toeslag voor:

- onzekerheid in de waterstand (+ 0,10 m op de waterstand);
- onzekerheid in de golfparameters (+ 10 % voor de golfhoogte H_s en de golfperiode T_p) [lit. 5.].

Dit betekent dat het aangepaste deel van de dijk, de dijkbekleding op het buitentalud gedurende de volgende vijftig jaar naar verwachting zal functioneren zonder ingrijpende en kostbare aanpassingen.

Uitbreidbaar en flexibel

De dijkverbetering wordt geheel in grond uitgevoerd. In principe is voldoende ruimte aanwezig voor een toekomstige verdere dijkverbetering.

3.3. Ontwerp randvoorwaarden

Vooruitlopend op de nieuwe, formele hydraulische ontwerp randvoorwaarden zijn door Deltares nieuwe ontwerpwaterstanden en ontwerp golfcondities¹ bepaald op basis van nieuwe meetgegevens over waterstanden en golfcondities op de Waddenzee [lit. 5.]. Deze nieuwe ontwerpwaterstanden en -golfcondities zijn gehanteerd voor de actualisatie van het dijkontwerp. Vanuit het HWBP is ingestemd met het ontwerpen van de dijkverbetering op basis van deze nieuwe ontwerp randvoorwaarden. Uit het rapport van Deltares blijkt bijvoorbeeld dat de waterstand enigszins hoger is ten opzichte van de voorgaande cijfers, maar dat de golfhoogte lager is dan oorspronkelijk berekend [lit. 5.]. Dit wordt meegenomen in het nieuwe dijkontwerp. De ontwerp randvoorwaarden in tabellen 3.2 en 3.3 zijn gebruikt voor het bepalen van de ontwerp hoogte van de dijk.

¹ De golfcondities worden bepaald door de golfhoogte, de golfperiodes en de hoek van inval van de golven.

Tabel 3.2. Toetsrandvoorwaarden en toeslagen

dijk vak	toetsrandvoorwaarden			klimaattoeslag jaar 2065 op MHW (m)	robustheidstoeslag			toeslag geulmigratie op Hs (m)
	maatge- vende hoogwa- terstand (NAP + m)	golf- hoogte (m)	golfpe- riode (s)		10 % op Hs (m)	10 % op Tm-1,0 (s)	interpolatie/ wave set-up op MHW (m)	
0	4,40	1,58	4,61	0,36	0,16	0,46	0,10	0,10
1	4,45	1,60	4,65	0,36	0,16	0,47	0,10	0,10
2	4,50	1,27	4,39	0,36	0,13	0,44	0,10	
3a	4,50	1,17	4,53	0,36	0,12	0,45	0,10	
3b	4,55	1,15	4,49	0,36	0,12	0,45	0,10	
4	4,55	1,36	4,29	0,36	0,14	0,43	0,10	
5	4,50	1,46	4,39	0,36	0,15	0,44	0,10	
6	4,50	1,40	4,38	0,36	0,14	0,44	0,10	

Tabel 3.3. Ontwerprandvoorwaarden inclusief klimaat- en robuustheidstoeslagen

dijkvak	ontwerprandvoorwaarden			hoek van inval
	MHW (NAP + m)	Hs (m)	Tm-1,0 (s)	
0	4,86	1,84	5,07	31
1	4,91	1,86	5,12	42
2	4,96	1,40	4,83	59
3a	4,96	1,29	4,98	63
3b	5,01	1,27	4,94	26
4	5,01	1,50	4,72	14
5	4,96	1,61	4,83	51
6	4,96	1,54	4,82	69

Ontwerprandvoorwaarden taludbekleding

Voor het ontwerpen van de taludbekleding is gebruik gemaakt van ontwerprandvoorwaarden die bij lagere waterstanden zijn afgeleid. In het verleden werd taludbekleding getoetst en ontworpen op basis van golfcondities behorende bij het toetspeil. Sinds begin januari 2011 is het mogelijk om met het probabilistische rekenprogramma Hydra-K realistische randvoorwaarden voor de lagere delen van het talud, waar maatgevende waterstanden lager kunnen zijn dan het toetspeil, te kunnen bepalen [lit. 5.]. Deze mogelijkheid is gehanteerd voor de dijkvakken op Ameland. Nadere detaillering heeft er toe geleid dat dijkvak 0 voor lage waterstandscondities is opgesplitst in dijkvak 0.a (km 0.000 - 1.200) en 0.b. (km 1.200 - 1.500) [lit. 16.].

Robuustheids- en klimaattoeslag

De robuustheidstoeslag van 10 % op golfhoogte (Hs) en op golfperiode (Tm-1,0) wordt gehanteerd in verband met onzekerheden als gevolg van modelonvolkomenheden. De klimaattoeslag voor het jaar 2065 is bepaald op basis van een interpolatie van prognoses voor 2050 en 2100 (zie tabel 3.4).

Tabel 3.4. Gehanteerde klimaattoeslagen

toelichting klimaattoeslag 2065			
jaar	2050	2100	2065
WB21	0,25	0,60	0,36

Toeslag geulmigratie

Aan de westzijde van Ameland bevindt zich de getijdegeul Borndiep. Deze geul is onderdeel van het dynamische morfologische systeem van de Waddenzee. Als gevolg van de morfologische dynamiek lijkt deze geul zich oostwaarts (richting Ameland) te verplaatsen. De migratie van de geul leidt tot een verdieping van de bodem juist voor de dijkvakken '0' en '1'. De verdieping kan leiden tot een toename van de hydraulische belasting op deze dijkvakken, doordat golven komende vanuit het (noord) westen later de bodem voelen en mogelijk dichterbij de kust gedempt worden.

Voor de toeslag geulmigratie is voor de dijkvakken 0 en 1 een toeslag aangehouden op basis van de rapportage van Deltares over de Hydraulische Randvoorwaarden [lit. 5.]. In deze rapportage is de invloed van de geulmigratie in kaart gebracht door de golfcondities op verschillende afstanden van het Borndiep te bepalen met het golfmodel SWAN. Voor verschillende scenario's en uitvoerlocaties langs de dijkvakken 0 en 1 is de verandering in golfhoogte ten opzichte van de golfhoogte bij de teen van de dijk bepaald. Op basis van de resultaten is de toeslag van 0,10 m voor de golfhoogte door geulmigratie berekend.

3.4. Rekenregels piping

In 2003 is de Waddenzeedijk op Ameland door IV-Infra getoetst en door Deltares geavanceerd getoetst op piping. Voor dit laatste is gebruik gemaakt van de rekenregel Sellmeijer, rekening houdend met de respons (weerstand wad) van de stijghoogte in de watervoerende zandlaag onder de dijk. Met deze berekeningen is onderzocht welke onderdelen van de dijk bestand zijn tegen piping. In 2003 is op basis van het onderzoek voor piping op alle trajecten de score voldoende gehaald.

In 2009 is vervolgens, door Deltares, opnieuw onderzoek verricht naar het verschijnsel piping. Dit onderzoek bracht naar voren dat de huidige rekenregel van Bligh onjuist is en dat de huidige methode Sellmeijer aangepast moet worden. Het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW) had geen inhoudelijk bezwaar op de uitkomsten van dit onderzoek en heeft ingestemd met het advies om de huidige rekenregel Sellmeijer aan te passen.

De nieuwe rekenregel Sellmeijer is nog niet officieel beschikbaar en goedgekeurd (door het ENW). Naar aanleiding van recent onderzoek is besloten om in dit projectplan geen maatregelen met betrekking tot piping op te nemen. Daarvoor in de plaats is een monitoringsprogramma gekoppeld aan het projectplan. Op basis van de kennis die wordt verworven met monitoring kan worden bepaald welke pipingmaatregelen noodzakelijk zijn.

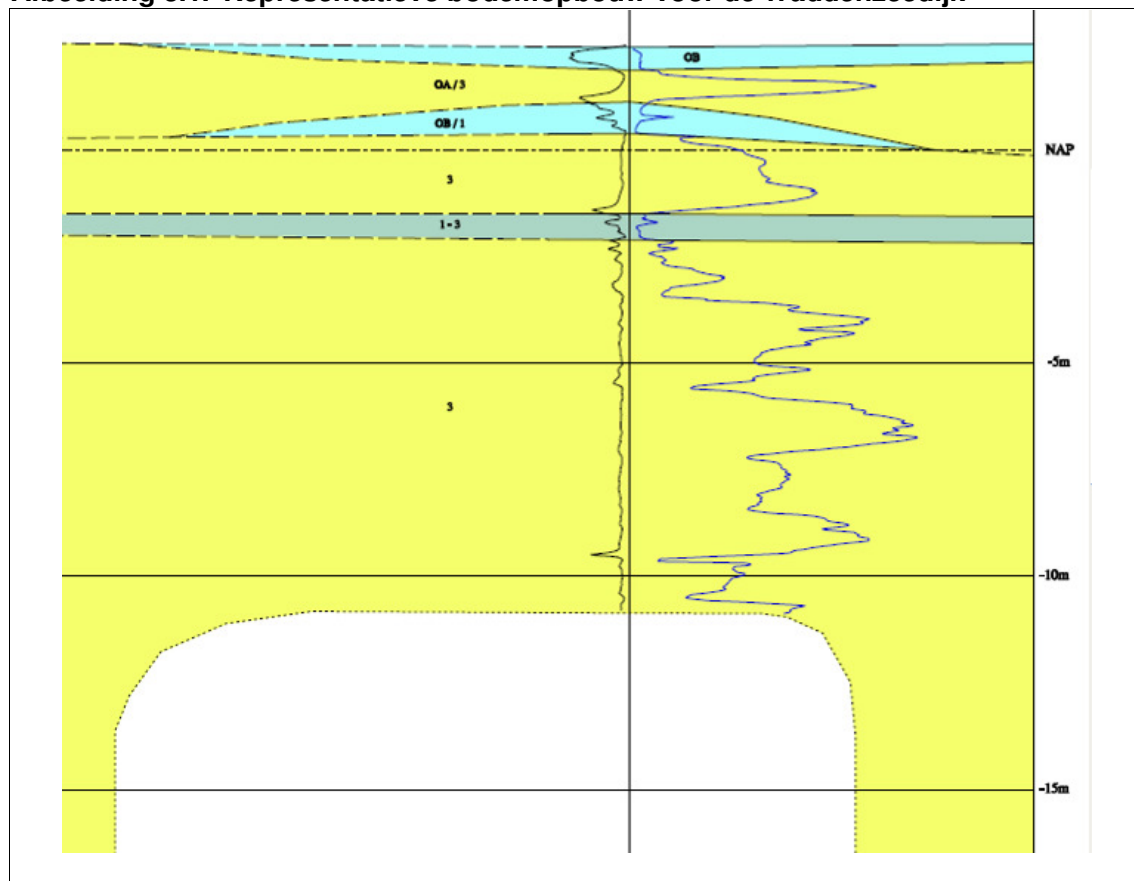
3.5. Geotechnische randvoorwaarden

GeoDelft heeft uitgebreid grondonderzoek gedaan. In dit onderzoek zijn de aanwezige grondsoorten geclassificeerd en zijn om de 100 - 500 m sonderingen uitgevoerd. De bodemopbouw en de grondwaterstand worden in deze paragraaf beschreven.

Bodemopbouw

Globaal is de hele Waddenzeedijk gefundeerd op zand met plaatselijk een laagje klei of siltige klei (afbeelding 3.1). De grondsoort is geclassificeerd (afbeelding 3.2) aan de hand van geologische afzettingen. In afbeelding 3.1 zijn de classificaties per bodemlaag opgenomen, conform de codering in de eerste kolom van afbeelding 3.2.

Afbeelding 3.1. Representatieve bodemopbouw voor de Waddenzeedijk



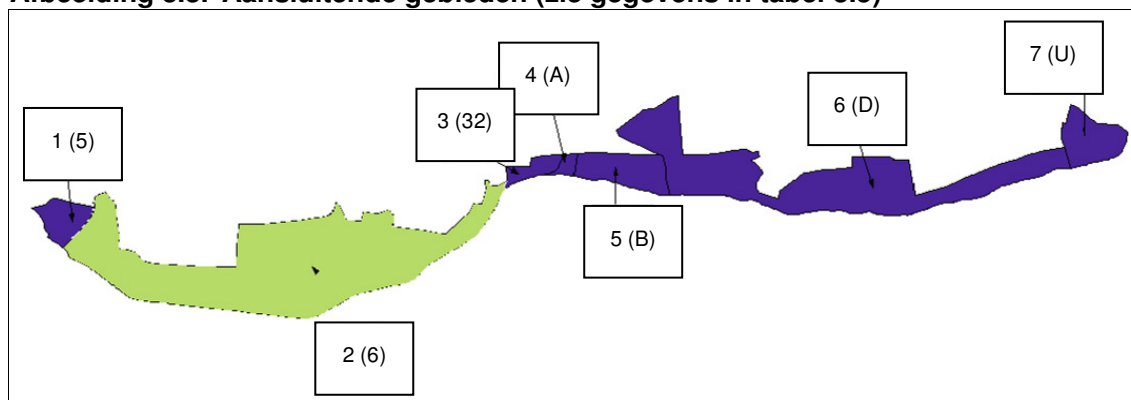
Afbeelding 3.2. Classificering volgens GeoDelft

LITHOSTRATIGRAFISCHE LEGENDA				
OA	Hoofdzakelijk zand	<i>Antropogene gronden</i>		Holoceen
OB	Hoofdzakelijk klei			
OC	Hoofdzakelijk klei en zand			
1	Klei, siltig plaatselijk zandig	<i>Afzettingen van Duinkerke</i>	<i>Westland Formatie</i>	
2	Klei, zandig tot sterk zandig			
1-3	Klei, zandig tot zand, kleilig	<i>mogelijk deels</i>		
3A	Zand, matig tot veel kleilaagjes, vaak schelpresten en humusstukjes	<i>Afzettingen van Calais</i>		
3	Zand, plaatselijk kleilaagjes, vaak met schelpresten en humusstukjes			
23	Zand, vaak met kleilaagjes en schelpresten	<i>Eem Formatie</i>		Pleistoceen
24	Zand, middel tot grof, vaak grindig	<i>Formatie van Urk mogelijk deels Eem Formatie</i>		
25	Klei (potklei)	<i>Formatie van Peelo</i>		

Grondwaterstand

Langs de Waddenzeedijk liggen twee polders: de polder Hollum - Ballum aan de westzijde en de polder Nes - Buren aan de oostzijde. De polder Hollum - Ballum is 1.941 ha groot met een zomerpeil van NAP + 0,52 m en een winterpeil van NAP + 0,4 m. De polder Nes - Buren is 1.193 ha groot met een zomerpeil van NAP + 0,9 m en een winterpeil van NAP + 0,6 m. (bron: IWBP gebiedsdeel Waddeneilanden)

Afbeelding 3.3. Aansluitende gebieden (zie gegevens in tabel 3.5)



Tabel 3.5. Grondwaterpeilen van achterliggend gebied

nummers in afbeelding 3.3	peilgebieden	oppervlakte (m ²)	GPG zomerpeil (NAP + m)	GPG winterpeil (NAP + m)
1	5	330.931	0,75	0,45
2	6	5.114.527	0,52	0,40
3	32	179.725	0,98	0,78
4	A	74.560	1,30	1,30
5	B	570.725	1,00	0,75
6	D	3.200.107	0,90	0,60
7	U	5.156.42	1,00	0,80

Geometrische uitgangspunten

Over een traject van 16,6 km zijn 97 dwarsprofielen ingemeten, dit is ruim voldoende voor een gedegen dijkontwerp.

3.6. Bodemdaling

Door autonome ontwikkelingen en door de dijkversterking vindt bodemdaling plaats. De bodemdaling bestaat uit een daling van het NAP-niveau en een lokale bodemdaling als onderdeel van de kruindaling:

1. daling NAP-niveau;
2. kruindaling, deze bestaat uit:
 1. zetting;
 2. lokale bodemdaling;
 3. klink.

De verschillende bodemdalingen worden hieronder verder toegelicht.

Toeslag voor daling NAP-niveau

De daling van het NAP-niveau bedraagt 0,04 m voor de planperiode van 50 jaar [lit. 12.].

Toeslag voor kruindaling door zetting

Vanwege de zandige ondergrond zijn de extra zettingen als gevolg van de dijkversterking zeer klein. De toeslag voor zettingen ligt in de ordegrootte van 0,02 - 0,05 m en verschilt per dijkvak.

Toeslag voor kruindaling door lokale bodemdaling

De kruindaling door lokale bodemdaling bestaat uit bodemdaling door gaswinningen. De laatste prognose (2011) gaat uit van een zakking van de kruin van 0,04 m in dijkvak 7 en 0,02 m in dijkvak 6.

Toeslag voor kruindaling door klink

Het TAW [lit. 8.] beveelt aan om bij klei rekening te houden met een klink van 5 %. De op-hoging zal 0,8 m klei bedragen. Dit komt overeen met een klink van 0,04 m.

4. ONTWERP DIJKVERSTERKING

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van het ontwerp voor de dijkversterking. Paragraaf 4.1 start met een toelichting op hoofdlijnen van de opbouw van het ontworpen profiel.

In de daarop volgende paragrafen wordt het ontwerp toegelicht op de verschillende onderdelen aan de hand van de bijbehorende faalmechanismen:

- paragraaf 4.2 beschrijft de aanpassing in kruinhoogte, het faalmechanisme hoogte (HT);
- paragraaf 4.3 gaat in op pipingmaatregelen, het faalmechanisme stabiliteit Piping en heave (STPH);
- paragraaf 4.4 geeft een toelichting op het faalmechanisme macrostabiliteit, stabiliteit binnenwaarts (STBI) en stabiliteit buitenwaarts (STBU);
- paragraaf 4.5 beschrijft het faalmechanisme microstabiliteit (STMI);
- paragraaf 4.6 gaat in op de taludbekleding, het faalmechanisme stabiliteit bekleding (STBK);
- paragraaf 4.7 gaat in op de stabiliteit van het voorland (STVL) en de huidige bescherming tegen geulmigratie;
- paragraaf 4.8 sluit af met een beschrijving van de bijzondere en afwijkende constructies.

De technische onderbouwing van het VKA staat in een losse oplegnotitie [lit. 16.], hierin is ook het proces van ontwerp toegelicht. De doorsneden per dijkvak staan in bijlage I, de bovenaanzichten van de gehele dijk staan in bijlage II.

4.1. Beschrijving ontwerpprofiel

Uitgangspunt voor de dijk op Ameland is het handhaven van het huidige tracé van de Waddenzeedijk. De dijkverbetering wordt uitgevoerd middels een verbetering op de as (alleen aanpak kruin en buitentalud), binnen het huidige ruimtebeslag van de dijk. Er is in principe gekozen voor één type dwarsprofiel voor het gehele tracé. De ontwerpenderdelen worden in de volgende paragrafen toegelicht.

1. Teenbestorting

Langs de teen van de dijk is een teenbestorting nodig voor bescherming van de dijkconstructie tegen golfaanval. Voor deze bestorting wordt het concept 'rijke dijken' toegepast. Dit concept richt zich op het creëren van extra mogelijkheden voor flora en fauna door het zoveel mogelijk vasthouden van water tussen de bestorting en het variëren met materialen en sortering.

2. Bekleding ondertalud

Om te voldoen aan de veiligheidsnormen wordt de bekleding van het ondertalud verzaamd. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het overlagen met losse, grove breuksteen. Dit is een kosteneffectieve bekleding, waarbij de bestaande taludbekleding eronder kan worden gehandhaafd (geen afval). Er ontstaat flexibiliteit in de uitvoering doordat ook in het stormseizoen kan worden gewerkt. De overlaging leidt tot een landschappelijk fraaie opbouw en biedt mogelijkheden voor begroeiing.



3. Ophoging buitenberm

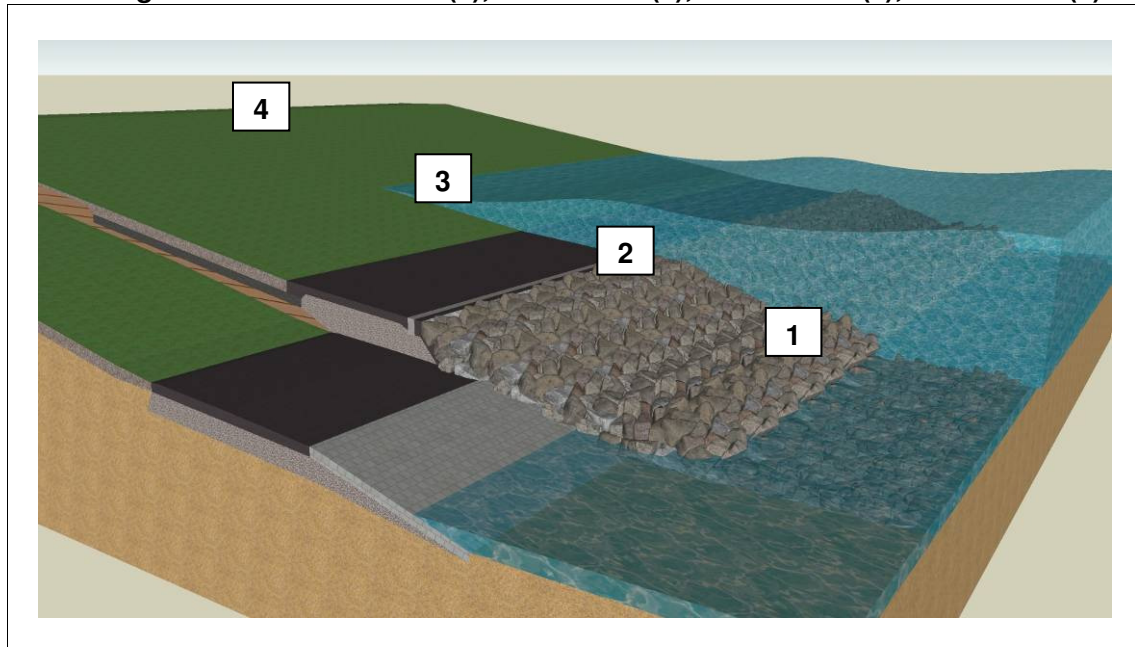
De buitenberm wordt opgehoogd met circa 90 cm, en opnieuw bekleed met een asfaltlaag zodat de functie van de berm als inspectie- en onderhoudspad wordt verbeterd.

4. Bekleding boventalud

Het talud boven de buitenberm wordt met gras bekleed, waardoor het groene uiterlijk behouden blijft. Deze bekleding wordt versterkt met een zogenaamde verborgen bekleding: open steenasfalt waar doorheen de wortels van de graszode groeien.



Afbeelding 4.1. Visualisatie teen (1), ondertalud (2), buitenberm (3), boventalud (4)

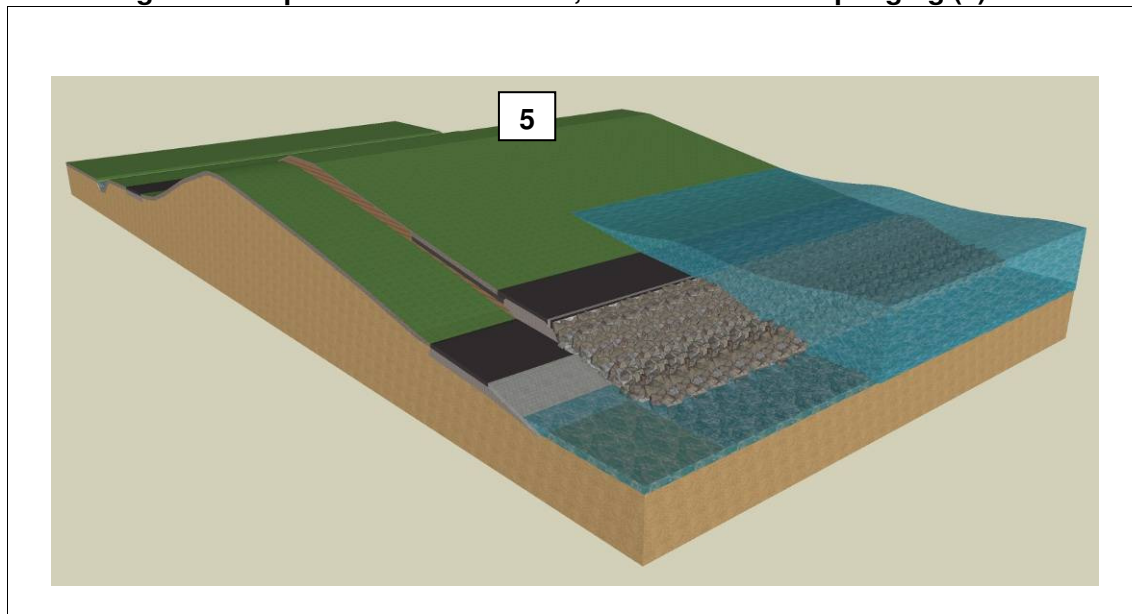


5. Kruinverhoging

De kruin van de dijk wordt (beperkt) verhoogd. Paragraaf 4.6 beschrijft de benodigde kruinverhoging voor de negen dijkvakken.



Afbeelding 4.2. Complete visualisatie VKA, visualisatie kruinophoging (5)



6. Pipingmaatregelen

Op het deeltraject van km 6,8 - km 7,1 (dijkvak 3b) zijn mogelijk maatregelen nodig ter voorkoming van piping¹. Een monitoringsplan is gekoppeld aan dit projectplan om nader onderzoek te doen naar het pipingmechanisme. Op basis van de uitkomsten van het onderzoek kan worden bepaald of en welke maatregelen noodzakelijk zijn.

7. Profiel Feugelpôle

Ter hoogte van de Feugelpôle bevindt zich buitendijks een zeer drukke vogelbroedplaats. Op dit traject moet worden voorkomen dat mensen vanaf de Waddenzeedijk de Feugelpôle oplopen, daarnaast wordt ernaar gestreefd om het oppervlak van de Feugelpôle te handhaven. Beide doelen zijn mogelijk bij toepassing van hetzelfde ontwerp als in de overige dijktrajecten. De grove breuksteen is slecht beloopbaar, waardoor wordt voorkomen dat mensen en huisdieren vanaf de dijk het gebied betreden. Om te voorkomen dat eendenkuikens tussen de grove breuksteen vast komen te zitten en doodgaan wordt deze ter hoogte van de Feugelpôle (en in de rest van dijkvak 1) gedeeltelijk opgevuld met klei.

Op het ondertalud worden daarnaast op verschillende plekken oversteekplaatsen gemaakt op de grove sortering van breuksteen, om te voorkomen dat eendenkuikens daarin omkomen bij het oversteken naar het Wad. Deze oversteekplaatsen worden over de gehele lengte van de dijkversterking elke kilometer aangebracht met een breedte van 8 meter.



¹ Piping is het ontstaan van een sterke kwelstroom onder de dijk door, waardoor op den duur de dijk kan verzakken.

8. Uitwateringsduikers

De duikers bij de Slenk en de Spieringsloot worden vervangen en de duiker bij Skutehon wordt aangepast. Bij De Slenk en bij de Spieringsloot wordt de complete constructie vervangen en wordt een integrale verbetering uitgevoerd op basis van de hydraulische belasting voor de komende 100 jaar.

De uitwateringsduiker Skutehon is met eenvoudigere middelen te verbeteren. Hier worden maatregelen genomen om piping te voorkomen.

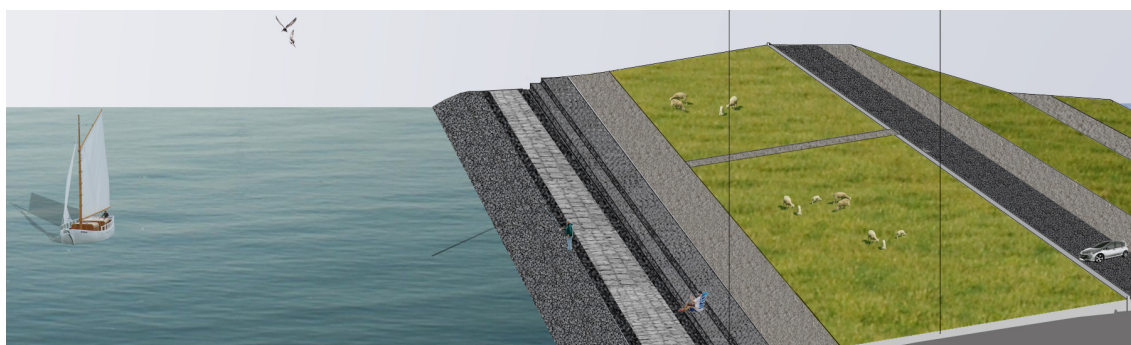


Naast de maatregelen voor duikers die onderdeel zijn van dit projectplan heeft het Wetterskip plannen voor realisatie van een vierde duiker ter hoogte van de Ballumerbocht. Deze uitwateringsduiker maakt geen deel uit van dit projectplan. Als het watergebiedsplan, inclusief de uitwateringsduiker in de Ballumerbocht, definitief is vastgesteld, wordt hierin de aanbesteding of uitvoering van de dijkverbetering rekening mee gehouden.

De nieuwe duikers worden net als de bestaande duikers vispasseerbaar. De duiker De Slenk is uitbreidbaar naar in- en uitlaatduiker, om het gebied achter de Slenk in te richten als een gedempt getijde gebied.

9. Recreatielocaties

Op een aantal locaties wordt een gewijzigd ontwerp gerealiseerd ten behoeve van de recreatie. Bij de locaties Ballumerbocht en Burensteiger wordt een overslagbestendige zittrap gerealiseerd in het talud. Via deze trap kunnen bezoekers de recreatieplek betreden en daarnaast biedt de trap een zitplaats met uitzicht op het wad. Ter hoogte van de kitesurfplaats in de bocht van dijkvak vier wordt geen overlaging van grof breuksteen aangebracht. Hier worden betonblokken als bekleding aangebracht, zodat de kitesurfers eenvoudig het water in en uit kunnen.



4.2. Kruinhoogte (HT)

De kruinhoogte is gebaseerd op een overslagdebiet van 1 l/m/s. In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de huidige kruinhoogte en de ontwerphoogte. De benodigde kruinhoogte bij een overslagdebiet van 1 l/m/s is vermeerderd met een bodemdaling (door onder andere gaswinning), klink en zetting [lit. 16.].

Toelichting kruinhoogte

De kruin is de bovenkant van de dijk. Een dijk wordt vaak ontworpen op een overslagdebiet van 0,1 of 1 l/m/s. Dit houdt in dat er gemiddeld 0,1 of 1 liter water, per meter dijk, per seconde over de dijk heengaat. Voor de dijkverbetering is gekeken naar een verbetering bij beide overslagdebieten. Bij een toegestaan overslagdebiet van 1 l/s/m kan de dijk lager worden ontworpen. Het binnentalud is bestand tegen dit overslagdebiet. Voor de dijkversterking Ameland is gewerkt met het gangbare overslagdebiet van 1 l/m/s. Dit is voor alle partijen acceptabel. Op basis van dit overslagdebiet van 1 l/m/s wordt de dijk licht opgehoogd. Dit kan dan gebeuren op de as, binnen het huidige profiel.

Tabel 4.1. Verhoging dijk/kruinhoogte

dijkvak	huidige kruinhoogte (NAP + m)	aanleghoogte 1 l/m/s (NAP + m)	benodigde kruinopho- ging (m)	taludhelling (1:x)
0	6,6	6,80	+ 0,20	7,4
1	6,2	7,15	+ 0,95	5,7
2	6,1	6,25	+ 0,15	8
3a	6,0	6,15	+ 0,15	8
3b	6,0	6,35	+ 0,35	7,6
4	6,2	6,75	+ 0,55	6,4
5	6,2	6,45	+ 0,25	7,5
6	6,2	6,30	+ 0,10	8
7	6,15		+ 0,00	

De technische onderbouwing staat in de oplegnotitie [lit. 16] paragraaf 3.4.

4.3. Piping en Heave (STPH)**Pipingmaatregel huidige scope**

De pipingmaatregel van deze dijkversterking richt zich alleen op het traject km 6.780 - 7.140, een toelichting daarop staat in bijlage V. Dit is de locatie bij de ballumerbocht en de stroomleidam. Het rode kader in afbeelding 4.3 geeft dit traject aan en komt overeen met de ingezoomde afbeelding 4.4.

Toelichting Piping en Heave

De dijk houdt het water tijdens een storm tegen. Toch sijpelt er altijd wel wat water door een dijk heen. Dit heet kwel. Deze kwelstroom is normaal en levert vaak geen enkel probleem op, behalve wanneer de kwelstroming zo sterk toeneemt dat zand uit de dijk meesleept. Als dat gebeurt bij de sloot van de dijk noemen we dat een zand-meevoerende wel. Het zand spoelt uit de dijk en er ontstaat een gat (een 'pipe') onder de dijk. Deze pipe kan alleen in stand blijven als het gat niet dicht valt met zand dat boven de pipe ligt, bijvoorbeeld als daarboven klei of beton aanwezig is. Onder de klei of beton kan de pipe een weg naar zee vinden: dat heet piping. Als eenmaal een doorgaande pipe ontstaat wordt de dijk ondermijnd en faalt de dijk. Heave is een vergelijkbaar faalmechanisme maar treedt voornamelijk op bij kunstwerken.

Afbeelding 4.3. De westelijke Waddenzeedijk van Ameland



Afbeelding 4.4. Links het objectgebied en rechts de luchtfoto



Er is voor gekozen om nog niet over te gaan op verbeteren van de dijk maar om eerst te monitoren om te bepalen of er een piping probleem is en hoe dit eventueel verbeterd kan worden. Mocht het tot een verbetering komen dan is het uitgangspunt een oplossing zonder ruimtebeslag.

De technische onderbouwing staat in de oplegnotitie [lit. 16.] paragraaf 4.1.

4.4. Macrostabiliteit (STBI en STBU)

De macrostabiliteit is in de tweede toetsronde en in het huidige ontwerp geen maatgevend faalmechanisme. De huidige waterkering voldoet zonder aanpassingen in ontwerpomstandigheden aan de veiligheidseisen. De buitenwaarts stabiliteit neemt zelfs toe door de verzwarende op het buitentalud. De veiligheidseisen voor de Waddenzeedijk staan in tabel 4.2.

Toelichting macrostabiliteit

Door hoogwater tegen de dijk kan het dijktaalud onderuit glijden. Dit heet macroinstabiliteit. Meestal glijdt slechts een deel van het talud aan de landzijde af en blijft er nog een verzwakte dijk over. Het kan ook voorkomen dat het buitentalud (aan de zeezijde) afglijdt. Dit gebeurt als de storm weer gaat liggen en de dijk nog vol met water zit. Het water verzwaart de dijk en zorgt voor afglijding. Dit heet dan macro(in)stabiliteit buitenwaarts.

Tabel 4.2. Stabiliteitsfactoren per zone/model (overschrijdingsfrequentie 1/2.000 jaar)

zonering	stabiliteitsfactoren methode Bishop	stabiliteitsfactoren methode Uplift Van
binnenwaarts zone 1	1,20	1,26 (1,20) ^{*1}
binnenwaarts zone 2	1,11	1,17 (1,11)
binnenwaarts zone 3	-	- (-)
buitenwaarts	1,11	1,17 (1,11)

^{*1} De waarde tussen haakje is de waarde zonder modelfactor voor de methode Uplift Van

De technische onderbouwing staat in de oplegnotitie voor stabiliteit binnenwaarts (STBI) in paragraaf 4.2 en buitenwaarts in paragraaf 3.3.

4.5. Microstabiliteit (STMI)

Het faalmechanisme microstabiliteit betreft het opdrukken of afschuiven van de kleiafdekking op een zanddijk waardoor zand(korrels) kunnen uittreden. Dit treedt op aan het binnentalud bij de binnenteen of het sloottalud. Aangezien de dijkversterking alleen voorziet in een buitenwaartse versterking is gecontroleerd of het huidige ontwerp van de dijk voldoet. De huidige waterkering voldoet zonder aanpassingen in ontwerpomstandigheden aan de veiligheidseisen.

Toelichting Microstabiliteit

De dijk houdt het water tijdens een storm tegen. Toch sijpelt er altijd wel wat water door een dijk heen. Dit heet kwel. Deze kwelstroom is normaal en levert vaak geen enkel probleem op. Wanneer de druk door de kwel zo groot is dat het zand uit de dijk kan spoelen ontstaat wel een probleem. Als dit bij het binnentalud gebeurt dan heet dat zanduitspoeling of microinstabiliteit. Dit faalmechanisme kan voorkomen worden door klei op de zanddijk te leggen; aan de dikte, sterkte en kwaliteit van klei worden, in combinatie met de taludhelling, eisen gesteld.

De technische onderbouwing staat in de oplegnotitie [lit. 16.] paragraaf 4.3.

4.6. Taludbekleding (STBK)

Deze paragraaf geeft een toelichting op het gekozen bekledingstype.

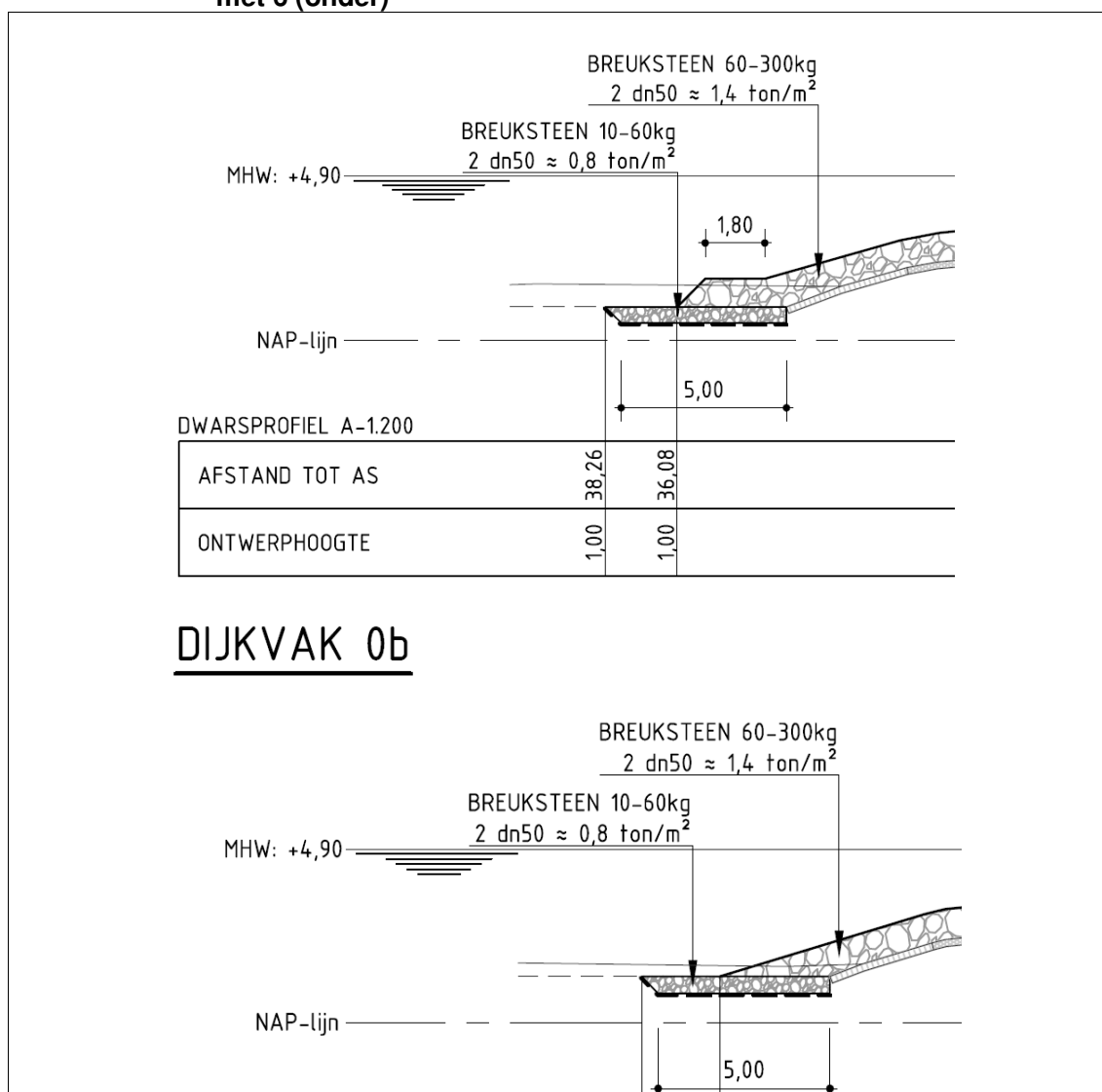
Toelichting dijkbekleding

Golven zijn een zware belasting voor een dijk, niet alleen door de impact van een inslaande golf, maar ook een teruglopende golf kan veel schade veroorzaken. De bekleding moet zwaar genoeg zijn om golven te weerstaan en te blijven liggen. En er mag geen zand door de bekleding uit de dijk spoelen.

Teenbestorting

De teenbestorting bestaat uit breuksteen met een gradering van 10 - 60 kg. In geval van dijkvak 0.b (km 1.200 - 1.500) is een korte teen met een steengradering van 60 - 300 kg vereist. In afbeelding 4.5 zijn de twee ontwerpen afgebeeld.

Afbeelding 4.5. Teenconstructie voor dijkvak 0.b (boven) en dijkvak 0.a en 1 tot en met 6 (onder)



De aanleg van de teenconstructie komt op de plaats van de oude teenconstructie die gedeeltelijk dient te worden vervangen. Het teenschot blijft wel intact. Het is de verwachting dat de nieuwe teen, net als de huidige teen, volledig verzand en dus niet meer zichtbaar is.

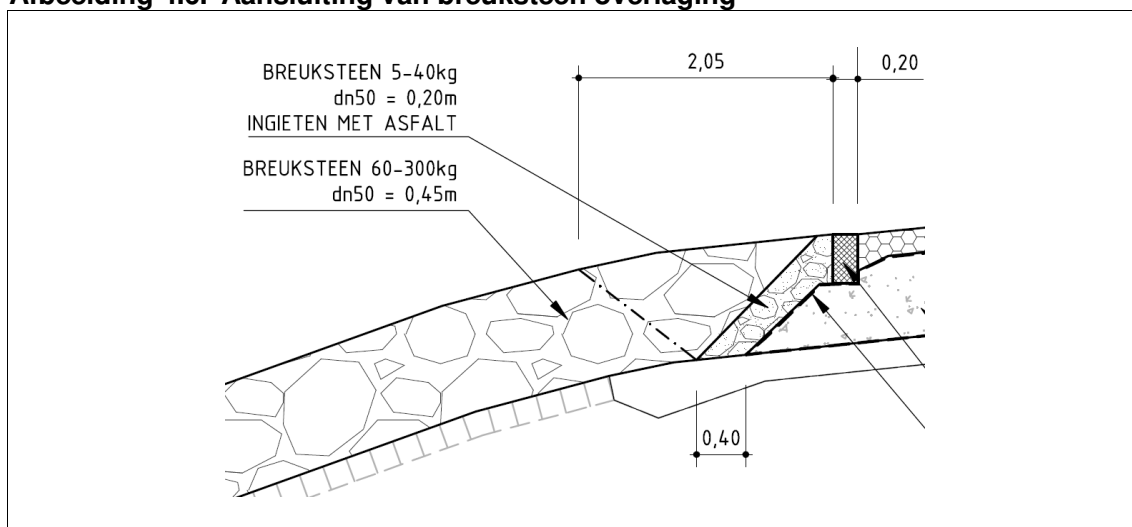
Bekleding ondertalud

De bekleding van het ondertalud is een overlaging van de bestaande betonblokken met breuksteen. De steengradering is 60 - 300 kg, dit komt overeen met een laag breuksteen van ongeveer 0,9 m. De overlaging sluit bij de teen aan op de breuksteen gradering van 10 - 60 kg. Op de bestaande buitenberm wordt de constructie aangesloten op een verhoogde buitenberm.

Ophoging buitenberm

De nieuwe buitenberm wordt verhoogd ten opzichte van de bestaande buitenberm en sluit daar aan op de breuksteen overlaging van het ondertalud. De buitenberm bestaat uit een asfaltweg van waterbouwasfalt met een dikte van 0,2 m. Het principe ontwerp is weergegeven in afbeelding 4.6.

Afbeelding 4.6. Aansluiting van breuksteen overlaging

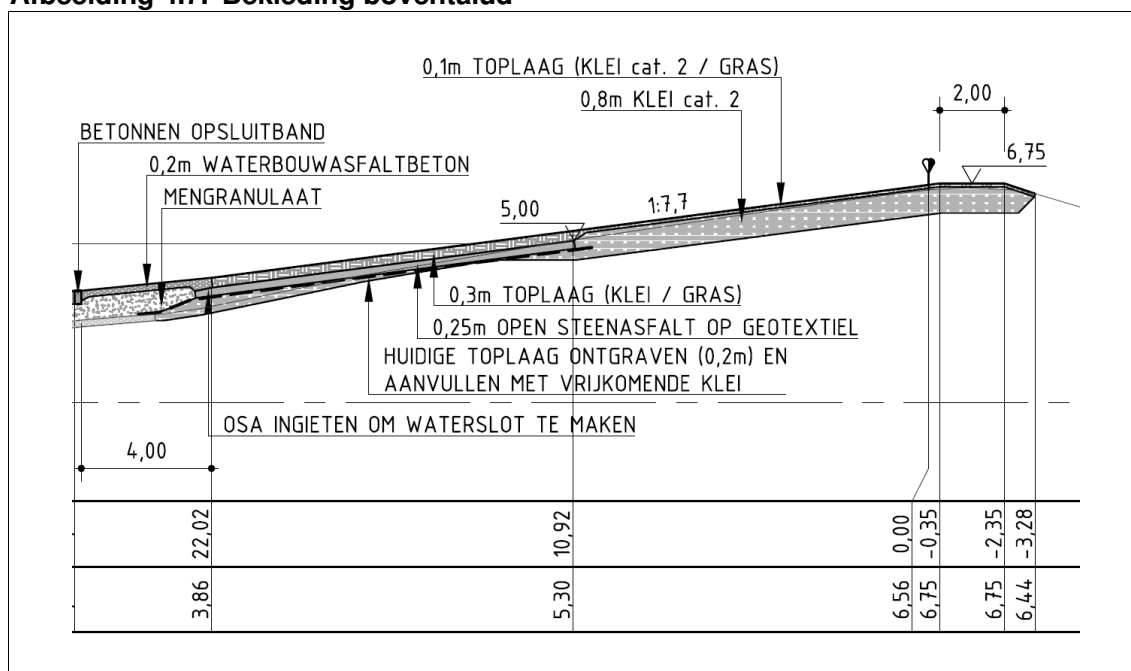


De overgangsconstructie tussen de breuksteenoverlaging en de verhoogde buitenberm is een waterslot van gepenetreerd breuksteen met een gradering van 5 - 40 kg. De kern van de buitenberm wordt uitgevoerd in menggranulaat. Deze blijft waterdicht doordat het aan de bovenkant en gedeeltelijk de onderkant is afgesloten met asfalt. Het andere deel van de onderkant bestaat uit de oude kleilaag. Aan de zeezijde is er een waterslot en aan taludzijde wordt de kern van de weg aangevuld met klei, het opensteenafalt (OSA) krijgt ook een waterslot.

Bekleding boventalud

De bekleding van het boventalud bestaat uit verborgen opensteenafalt (OSA) met een grasbekleding die doorloopt in een volledige grasbekleding bestaande uit alleen gras en een kleilaag. Een principe schets is weergegeven in afbeelding 4.7. De OSA is 0,25 m dik en loopt door tot aan het niveau van MHW, behalve voor dijkvak 0, 1 en 4. Bij deze dijkvakken loopt het OSA vanwege de zwaardere golfbelasting verder het talud op, respectievelijk 0,2 m, 0,7 m en 0,1 m. De aansluitende kleilaag is 0,8 m dik en bestaat uit klei van categorie 2.

Afbeelding 4.7. Bekleding boventalud



In het ontwerp is rekening gehouden met een verschil in toplaag van het gras. De toplaag op klei (0,1 m) is nodig om gras te laten wortelen en uiteindelijk door te wortelen in het klei, zodat een sterke zode ontstaat. Bij de verborgen bekleding wordt geen enkele waterbouwkundige sterkte aan de grasbekleding toegekend. Om de grasmat robuuster te maken tegen uitdroging of extreme regenval is hier een dikkere toplaag van 0,3 m voorzien.

De technische onderbouwing staat in de oplegnotitie [lit. 16.] paragraaf 3.1.

4.7. Stabiliteit Voorland (STVL)

Het faalmechanisme stabiliteit voorland betreft zettingsvloeiingen en afschuiven van het voorland waardoor de dijk aan de voorkant instabiel kan worden. Dit faalmechanisme speelt met name bij dijkvak 0,1 en 3b. De huidige dijk heeft al diverse voorzieningen in de vorm van zinkstukken, tegen zettingsvloeiingen en afschuiven. Uit een controle van de huidige voorzieningen blijkt dat het huidige ontwerp voldoet. Dit gedeelte is in het beheer bij RWS en wordt elk jaar al gemonitord.

Toelichting Stabiliteit Voorland

De dijk op Ameland staat op een stevige ondergrond van zand. De zandkorrels kunnen echter door een bijzondere gebeurtenis (een explosie of een golfklap) plotseling herschikken en veranderen in drijfzand (zettingsvloeiing) of onderuit glijden (afschuiven). Als dat maar ver genoeg van de waterkering gebeurd is dit geen probleem. Als wordt berekend dat de stabiliteit van het voorland dichtbij de dijk niet voldoende is, dan wordt het voorland met breuksteen beschermd.

De technische onderbouwing staat in de oplegnotitie [lit. 16.] paragraaf 4.3.

4.8. Bijzondere en afwijkende constructies

De dijkversterking is zeer uniform over de gehele lengte, toch zijn er enkele bijzondere constructies en aansluitingen:

- uitwateringsduikers (1, 2, 3 en 4);
- aansluiting dijk - duin (5 en 6);
- Feugelpôle (7);
- recreatieplekken (Ballumerbocht, de kitesurfplaats en de bureensteiger (respectievelijk 9, 12 en 10));
- aansluiting op dammen (de poest, stroomleidam en veerdam, (respectievelijk 8, 11 en 12));
- overgangen eendenkuikens (elke circa 1 km / relevante kruisingen).

De nummers corresponderen met de nummers in afbeelding 4.8. De bovenaanzichten van de locaties met de nummers 8 tot en met 12 zijn opgenomen in bijlage III. De technische tekeningen van de gehele dijk en de bijzondere locaties staan ook in deze bijlagen, per locatie wordt de tekeningnummer benoemd

Afbeelding 4.8. Locaties van bijzondere constructies of overgangen



De uitwateringsduikers zijn uitgewerkt in een aparte rapportage [lit. 14.]. Van de overige bijzondere constructies wordt hier een korte toelichting gegeven op het voorkeursalternatief.

Aansluiting dijk - duin (5 en 6)

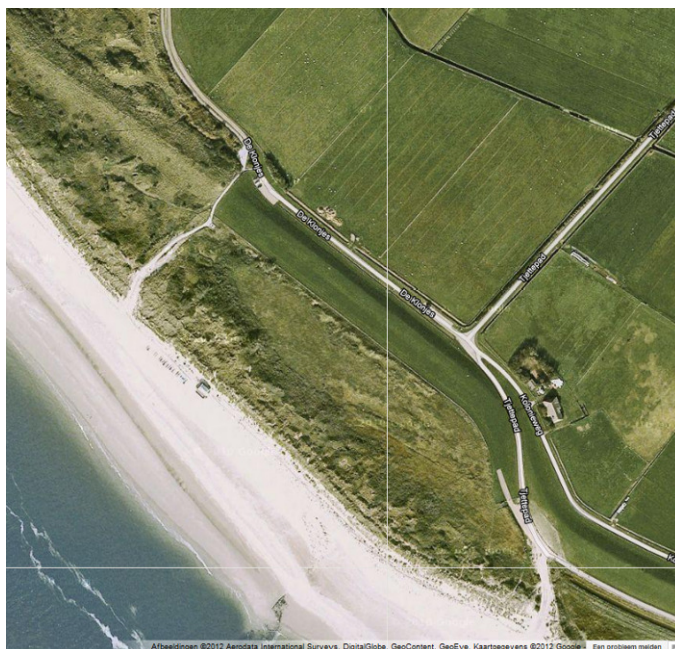
De twee aansluitingen van het dijklichaam op de duinen wijzigen niet in opzet (dwarsprofiel en inpassing) ten opzichte van de bestaande situatie. De dijk aan de westelijk zijde dient iets verhoogd te worden, aan de oostelijke dijk - duin aansluiting is geen ophoging nodig, de verhoging van dijkvak 6 wordt in dijkvak 7 gelijkelijk verminderd. Het principe ontwerp is opgenomen in tekening Ame5-1-2117.

Afbeelding 4.9. Oostelijke dijk - duin aansluiting (6)



Bij de westelijke aansluiting is het niet wenselijk dat de kruinverhoging leidt tot een steiler talud omdat hier de paardenreddingsboot over de dijk gaat. Om dit op te lossen wordt het binnendijkse wegenkruispunt verhoogd. Het pad over het buitentalud wordt wel steiler dan de huidige situatie maar dat is niet steiler dan het pad op het binnentalud. Het principe ontwerp is opgenomen in tekening Ame5-1-2108.

Afbeelding 4.10. Westelijke dijk - duin aansluiting met het Tjetjepad (5)



Feugelpôle (7)

De Feugelpôle ligt in dijkvak 1 en is een hoge zandplaat voor de Waddenzeedijk waar vogels een hoogwatervluchtplaats hebben. Tussen de zandplaat en de Waddenzeedijk is nu een geul die een natuurlijke barrière vormt tussen mensen op de dijk en de dieren op de zandplaat. De onderstaande afbeelding geeft een bovenaanzicht van de Feugelpôle.

Afbeelding 4.11. Bovenaanzicht Feugelpôle (7)



Bij de Feugelpôle komt hetzelfde principeontwerp met een kleine aanpassing. De overlaging met grove breuksteen vormt net als de geul een natuurlijk barrière naar de zandplaat doordat deze overlaging slecht overloopbaar is. De aanpassing bestaat eruit dat de halve dikte van de breuksteen overlaging wordt ingewerkt met klei. Hierdoor blijft de barrière voor de mens, maar kunnen kuikens wel in de klei tussen de breukstenen omhoog lopen bij een zomerstorm.

Recreatieplekken en aansluiting op dammen (9, 10, 11 en 12)

De huidige recreatieplekken Ballummerbocht (9) en de Burensteiger (10) hebben een inspectiepad uitgebreid met granietblokken en met bankjes. De Poest (8) en de stroomleidam (11) hebben een langer voorland van gras. Voor deze twee situaties zijn twee ontwerpen gemaakt. De locatie van de Veerdam (12) is apart nader ontworpen. De bovenaanzichten van de locaties met de nummers 8 tot en met 12 zijn opgenomen in bijlage III. De lengte van de locaties blijven ongewijzigd en zijn:

De Poest (8)	123 m
Stroomleidam (11)	95 m
Ballummerbocht (9)	150 m
Veerdam (12)	185 m
Burensteiger (10)	235 m

Recreatieplekken Ballummerbocht (9) en Burensteiger (10)

De huidige recreatieplekken blijven intact, de bestaande natuursteen bekleding (die niet is afgekeurd in de toetsing) wordt niet overlaagd met breuksteen. De lay-out wijzigt nauwelijks, de dijkovergangen blijven op dezelfde plaats en ook de trailerhelling blijft bestaan. De verhoogde berm uit het VKA wordt echter wel doorgevoerd en dit creëert een soort zitkuil om waar nu de banken staan. Deze zitkuil wordt expliciet gemaakt door de verhoogde berm op te bouwen uit een zittrap over de gehele lengte van de recreatieplaats. De zittrap is een gewichtsconstructie van beton zonder wapening. Aan het begin en einde van de zittrap wordt een helling gecreëerd zodat de 'zitkuil' toegankelijk is voor minder validen en onderhoudsvoertuigen. Het principe ontwerp is opgenomen in tekening Ame5-1-2111 respectievelijk Ame5-1-2115.

Veerdam (12)

Het principe van de wegkruising bij de veerdam wijzigt niet. De weg wordt op de kruin met 0,50 m verhoogd tot NAP + 5,75 m. De verhoging wordt geleidelijk verwerkt in de weg. Het principe ontwerp is opgenomen in tekening Ame5-1-2012.

Naast de veerdam is een recreatieplaats dat bekend staat als kitesurfplaats. De kitesurfer heeft hier een overgangslocatie nodig om in het water te komen. De kitesurfer kan in geval van een calamiteit de overgang terug de dijk op misschien niet vinden als deze te smal is of op de overlaging slaan. Daarom is er een ruime overgang nodig om weer op de dijk te komen en voor hulpdiensten om in het water te komen. Om deze reden is op deze locatie afgezien van de breuksteen overlaging en nieuwe (zwaardere) betonblokken toegepast. Voor een uniform beeld van de recreatieplekken is ook hier een zittrap voorzien. Het principe ontwerp is opgenomen in tekening Ame5-1-2112.

De bestaande betonblokken bij de kitesurfplaats worden dus niet overlaagd met breuksteen maar dienen vervangen te worden. Het VKA gaat uit van dezelfde type betonblokken (maar dan zwaardere), zodat nu alle drie de recreatieplekken inzicht geven in de typen dijkbekledingen die er door de jaren op de dijk van Ameland hebben gelegen. Tevens worden de plekken gemarkeerd door de zittrap.

De Poest (8) en de stroomleidam (11)

De lage lange berm bij de Poest en de stroomleidam blijven intact. Het inspectiepad dient wel verhoogd te worden om aan te sluiten op het aanliggende dijkontwerp.

Voor de Poest is een ontwerp gemaakt van de zetsteen op een steil talud, zodat er een duidelijke scheiding tussen de berm en het inspectiepad komt. Het is nog wel mogelijk om met de auto van de berm op de poest te komen. Het principe ontwerp is opgenomen in tekening Ame5-1-2109.

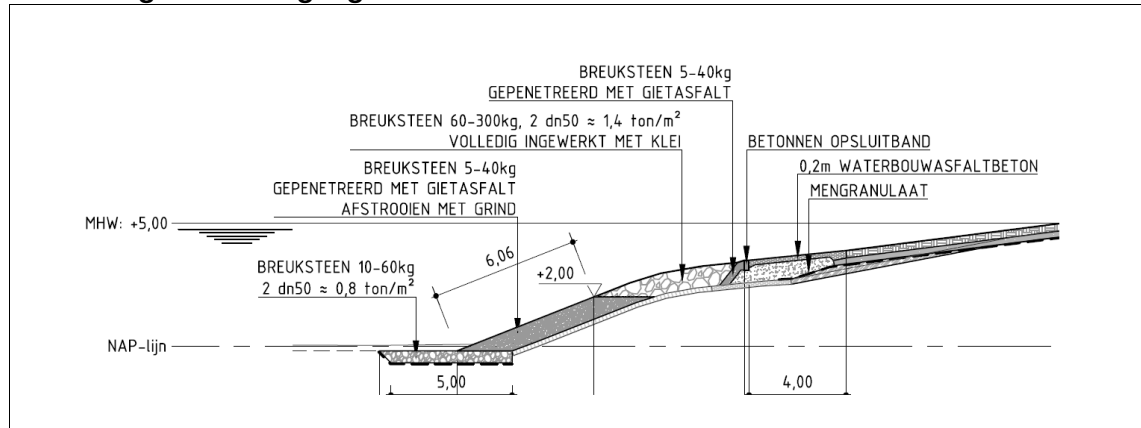
Bij de stroomleidam wordt het ontwerp van de bestaande verbrede asfaltweg overgenomen. In het VKA is de asfaltweg ook verbreed tot het inspectiepad overgaat in het voorland van de stroomleidam. Het principe ontwerp is opgenomen in tekening Ame5-1-2110.

Overgangen eendenkuikens

Er zijn negentien overgangen voor eendenkuikens, de locaties staan in overzichtstekening AME5-1-2100.

Het ontwerp bestaat uit gepenetreerde breuksteen tot een hoogte van NAP + 2,0 m. Uit ervaring van de beheerder is dat de hoogte waaronder de normale waterstanden en golfaanval plaats vindt. Daarboven wordt de breuksteen overlaging volledig ingewerkt met klei. De verwachting is dat dit in de loop der tijd zal begroeien. De gepenetreerde breuksteen wordt overstrooid met grind (als het bitumen nog warm is) om grip te creëren. De overgang moet zo ook voor mensen toegankelijk zijn, bijvoorbeeld wadlopers. De breedte van de overgang is 8 m. Het ontwerp staat in afbeelding 4.12.

Afbeelding 4.12. Overgang Eendenkuikens



5. UITVOERING

5.1. Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de uitvoeringswijze voor de dijkversterking Ameland. Hierbij wordt ingegaan op grondverzet, materiaal en materieel (5.2), depots, vaar- en rijroutes (5.3), kabels en leidingen (5.4), uitvoeringsfasering (5.5) en beheer en onderhoud (5.6).

Waar mogelijk is in dit hoofdstuk beschreven hoe de uitvoering zal plaatsvinden. De uitvoering van de voorgenomen dijkversterking Ameland kent voor een aantal aspecten echter een zekere bandbreedte voor de wijze waarop het werk kan wordt uitgevoerd. De uiteindelijke aanpak is mede afhankelijk van de oplossingen die door marktpartijen worden aangebracht. De mogelijke effecten van verschillende wijzen van uitvoering op de gebruiksfuncties (recreatie, wonen, werken, landbouw) kunnen echter nogal verschillen. Een belangrijk uitgangspunt voor de uitvoering is, dat er zo weinig mogelijk significant negatieve effecten optreden voor gebruiksfuncties en geen (of zo weinig mogelijk) significant negatieve effecten voor ecologie (gerelateerd aan wettelijke kaders).

Om de gewenste uitvoering binnen deze kaders in de markt te kunnen zetten is een functioneel Programma van Eisen (PvE) opgesteld. De functionele specificaties bieden inschrijvers een zekere vrijheid om bepaalde oplossingen voor een vraagstuk aan te reiken, in plaats van dat in detail is voorgeschreven in welke oplossing moet worden voorzien. In de hierop volgende paragrafen is de uitvoeringswijze deels vastgelegd en daarnaast zijn de functionele eisen beschreven.

5.2. Grondverzet, materiaal en materieel

In tabel 5.1 is per materiaaltipe aangegeven hoeveel gewicht/ton benodigd is om de dijkversterking uit te voeren. Het totale tonnage dat op het eiland gebracht moet worden bedraagt 820.000 ton. De materialen die het meeste beslag leggen op de aanvoer en verwerking zijn klei en breuksteen.

Tabel 5.1. benodigde tonnage op het eiland

materiaal	hoeveelheid (m ³)	hoeveelheid (ton)
zand	17.880	28.608
klei	139.065	250.317
open steenslagasfalt, dikte 250 mm		119.240
waterbouwasfaltbeton dikte 200 mm		36.675
menggranulaat	40.819	65.310
breuksteen 5 - 40 kg ingegoten met asfalt		9.458
opsluitband 200 x 400 mm		1.584
breuksteen 60 - 300 kg		231.564
breuksteen 10 - 60 kg		66.543
binnenweg overlagen met asfalt		11.003
	totaal (ton)	820.302

Het materieel dat kan worden toegepast zijn dumpers, kranen, vaarbakken en eventueel een Mobiele Asfaltcentrale (MAC).

Mobiele asfaltcentrale (MAC)

Vanaf het eerste jaar is asfalt nodig voor de dijkbekleding. Het asfalt kan vloeibaar per schip of met vrachtwagens aangevoerd worden, of er kan gebruik gemaakt worden van een mobiele asfaltcentrale (MAC). In het kader van de MER en de Passende beoordeling is rekening gehouden met ingebruikname van een MAC bij de Stroomleidam.

Functionele eisen en voorwaarden:

- binnen de kaders van de Passende beoordeling en de MER is er ruimte voor een MAC tot een maximale uitstoot van in totaal circa 2.500 kg NO_x per jaar, gesitueerd op het depot bij de Stroomleidam. Voor de extra depositie is voorzien in een bijdrage aan de herstelstrategie voor de grijze duinen op Ameland;
- uitstoot boven de bandbreedte binnen de kaders van de Passende beoordeling vergt een aangepaste ecologische beoordeling en vergunningprocedure in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998, vallend buiten het kader van de aangevraagde vergunning, hiervoor is de opdrachtnemer verantwoordelijk;
- in gebruik name van de MAC op een andere locatie dan de omschreven locatie in de Passende Beoordeling (depot bij de stroomleidam) veroorzaakt een ander ruimtelijk depositiepatroon op het eiland en vergt een aangepaste ecologische beoordeling en vergunningprocedure in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998, vallend buiten het kader van de aangevraagde vergunning, hiervoor is de opdrachtnemer verantwoordelijk.

5.3. Depots, vaar- en rijroutes

5.3.1. Depots

Voor de opslag van materiaal staan drie depots ter beschikking, namelijk het buitendijkse depot op de Stroomleidam, het bestaande binnendijkse depot ter hoogte van dijkvak 4 en een tijdelijk binnendijkse depot aan de voet van de Stroomleidam. Aanleg en gebruik van eventuele extra binnendijkse depots voor de uitvoering dient te voldoen aan onderstaande ecologische eisen:

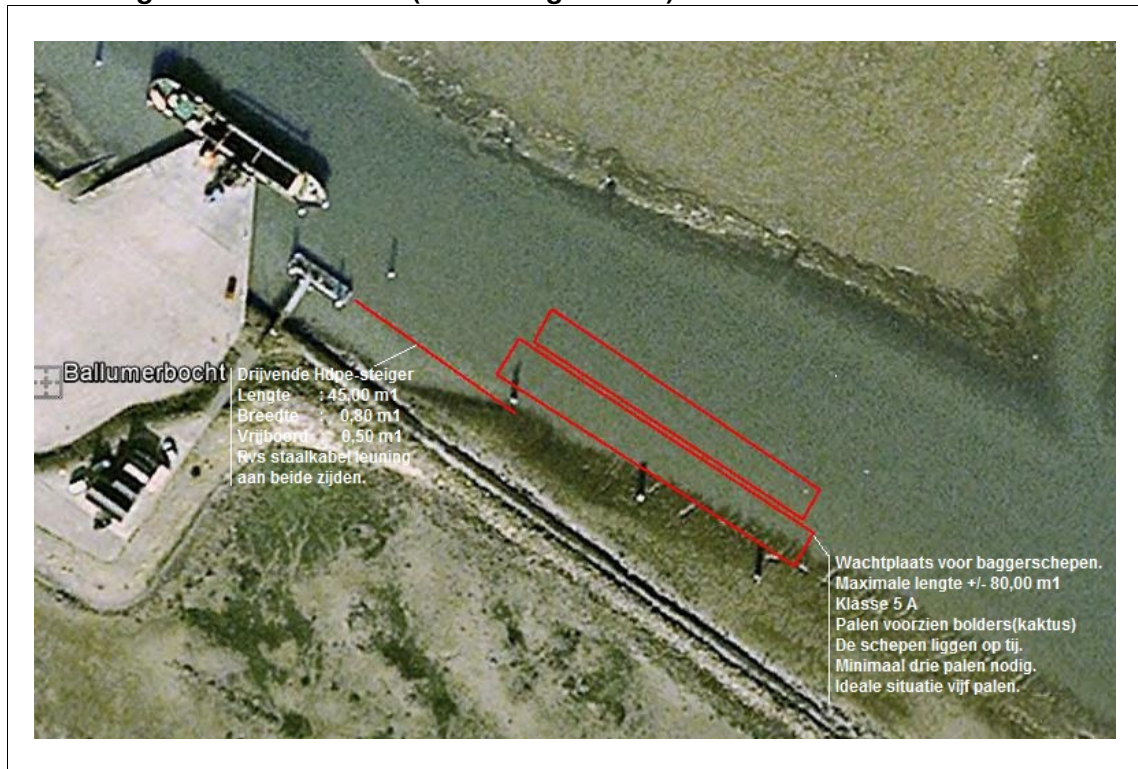
Functionele eisen en voorwaarden:

- de rust rond de bestaande hvp's (hoogwatervluchtplaats) in de poldergraslanden mag niet worden verstoord; rust is geborgd als tenminste een afstand van 250 m in acht wordt genomen;
- de functie van het poldergrasland als broedgebied voor weidevogels dient in stand gehouden te worden, door percelen met hoge dichtheden van broedende weidevogels te mijden, en als dit niet mogelijk is eventuele verstoring kwalitatief te compenseren door over een vergelijkbare oppervlakte elders weidevogelbeheer (eerste maai-/weidedatum na 15 juni, zo mogelijk hogere waterpeilen) in te stellen;
- de functie van het poldergrasland als foerageergebied voor ganzen blijft per saldo in stand. Door tijdelijk een jacht en verjagingsverbod in te stellen op het graslandareaal van het eiland zal de opvangcapaciteit van de polder lokaal toenemen en kunnen eventuele versturende effecten opgevangen worden;
- bij de locatiekeuze en inrichting dient rekening te worden gehouden met het in stand houden van de bestaande voortplantingslocaties van Rugstreeppadden in de polder. Sloten met voortplantingsplaatsen worden niet gedempt noch wordt met zwaar materieel langs de kant gereden.

5.3.2. Vaarroutes

De vaarroutes zijn afhankelijk van de aanvoerlocaties. De locatie van de stroomleidam is beschikbaar voor aanvoer. De huidige aanmeerlocatie dient aangepast te worden om beschikbaar te maken als wachtplaats. De aanpassingen bestaan uit een drijvende steiger en versterking van de buispalen.

Afbeelding 5.1. Stroomleidam (bron Google Earth)



De capaciteit van de huidige stroomleidam is onvoldoende om genoeg materiaal op het eiland te krijgen. Er zijn een aantal mogelijkheden om de capaciteit voor aanvoer uit te breiden, zoals het creëren van een extra overslagpunt op zee of lospunt op het eiland.

Extra overslagpunt op zee

Via een eventueel extra overslagpunt van grondstoffen op zee kunnen in kortere tijd meer grondstoffen via grote vrachtschepen naar het eiland gebracht worden waardoor de aanlegduur verkort. De grondstoffen kunnen vervolgens bij dit extra overslagpunt worden overgeheveld naar kleine schepen of pontons. Pontons kunnen grondstoffen bij hoogwater op de precieze locaties lossen of via een vast aanlandingspunt aan wal brengen.

Functionele eisen en voorwaarden:

- bij de keuze van een eventueel extra overslagpunt op zee dient de rust niet te worden verstoord rond naburige zeehondenligplaatsen, hvp's en de kolonie broedvogels op de Feugelpôle. Dit is het geval wanneer een extra overslagpunt op voldoende afstand (> 500 m) ligt;
- het mag de scheepvaart niet hinderen in de bocht van een vaarroute.

Extra lospunten op het eiland

Naast een extra overslagpunt op zee kan via extra lospunten op het eiland in kortere tijd meer materiaal voor de dijkversterking naar het eiland gebracht worden, waardoor netto

minder met materiaal gereden hoeft te worden. Het gebruik van de Veerdam als extra lospunt van materiaal is in principe niet toegestaan; wel kunnen vrachtwagens via de veerdienst naar Ameland worden vervoerd. De jachthaven komt buiten het toeristenseizoen als potentieel lospunt in aanmerking (goedkeurig Bevoegd Gezag nodig). Daarnaast kan bij een overslagpunt op zee sprake zijn van een benodigd lospunt aan de westkant van het eiland.

Functionele eisen en voorwaarden:

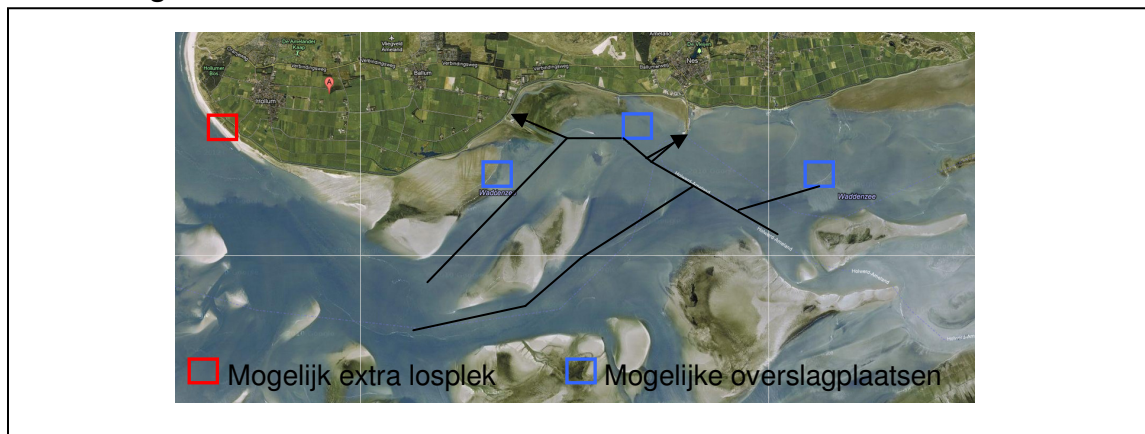
- om de aanwezigheid van voldoende hvp's¹ in het middendeel van de dijk te borgen tijdens de periode van uitvoering dient er voldoende hvp-capaciteit op dit deel van het eiland te zijn. Het kan zijn dat de uitvoerende partij de bestaande jachthaven wil gebruiken als overslaglocatie. Als mitigatie voor het tijdelijke gebruik van de jachthaven dient voorzien te worden in een vervangende hvp, bijvoorbeeld in de vorm van een lage strekdam (die tijdens hoogwater gedeeltelijk droog blijft, tenminste 3.500 m²) bij de monding van de Keegslenk. De vervangende hvp dient naar behoren te functioneren voordat de jachthaven kan worden gebruikt als losplaats;
- De strekdam is bedoeld als rustplaats voor vogels tijdens hoogwater; daarvoor is het van groot belang dat de strekdam ontoegankelijk is voor publiek, kitesurfers en honden (dus als verboden zone aangeven op waterkaart en met borden dat deze niet betreden mag worden; bij de aanleg is het van groot belang dat deze bij hoogwater geen verbinding heeft met de vastewal (dus fysieke barrière), zodat mensen en honden er niet toch stiekem op kunnen komen. Ook kitesurfers mogen er met hoogwater niet op rusten of aanlanden.
- De strekdam is tijdelijk voor maximaal 5 jaar (na afbreken kan de stortsteen gebruikt worden voor de overlaging)
- na voltooiing van de aanleg wordt de functie van de huidige hvp aan de oostkant van de jachthaven geoptimaliseerd door structurele maatregelen te treffen die de toeloop vanaf de dijk, vanaf het wad en vanaf de jachthaven verhinderen (waarborgen rust);
- bij de keuze voor een eventueel vast aanlandingspunt van materiaal op de westkant van het eiland dienen kwetsbare beschermde habitats te worden vermeden. Alleen habitats van dynamische milieus die goed kunnen herstellen komen hiervoor in aanmerking (bijvoorbeeld aansluitend op bestaande paden en overgangen). Wanneer deze habitats op het eiland beschadigd raken door de tijdelijke aanleg van een aanlandingspunt en/of de rijroute, dienen deze na afloop weer in de oude staat hersteld te worden.

De verdieping van de drempel in de geul vóór de jachthaven is geen onderdeel van het bestek; baggerwerken voor onderhoud zijn toegestaan, een eventuele verdieping ten behoeve van het gebruik van de jachthaven dient binnen de planologische kaders plaats te vinden.

De vaarroutes gaan naar de losstoep van de Stroomleidam en eventueel ook buiten het toeristenseizoen naar de jachthaven (aangegeven met een pijl in afbeelding 5.2). Het vast aanlandingspunt van materiaal op de westkant van het eiland is aan gegeven met het rode vierkant in afbeelding 5.2. De blauwe vierkanten in afbeelding 5.1 geven mogelijke locaties aan voor overslag op zee.

¹ Een hvp is een hoogwatervluchtplaats waar bij hoogwater vogels ongestoord en veilig kunnen rusten, om vervolgens bij laagwater op het wad te foerageren. Hvp's liggen boven de hoogwaterlijn tegen het wad.

Afbeelding 5.2. Aanvoerroutes stroomleidam en veerdam



Kostenraming extra losvoorziening

In de risicosessies over de dijkversterking is de aanvoer van materiaal telkens ingeschat als een hoog risico (risico volgnummer 1, realisatiefase, fase 8 Uitvoering). Daarmee wordt bedoeld dat door de beperkte aanvoercapaciteit van de huidige losstoep in de stroomleidam en de inflexibiliteit van slechts één aanvoerpunt bij een ondiepe geul, de duur van de werkzaamheden kunnen uitlopen.

Dit risico is vanuit de verschillende disciplines tijdens de risicosessies zo hoog ingeschat dat er eigenlijk geen sprake meer is van een risico maar meer van een feit. Alle betrokkenen vermoeden dat de aannemer een extra losvoorziening nodig acht. Om dit feit, dan wel grote risico, te beheersen is een reservering (beheersmaatregel) gemaakt in de kostenraming voor een extra losvoorziening. Waar deze extra losvoorziening komt, is niet bekend. Dit wordt overgelaten aan de aannemer. In de risicosessie zijn de kosten van de extra (tijdelijke) losvoorziening ingeschat op EUR 2.000.000,--.

5.3.3. Rijroutes

De grondstoffen voor de dijkverzwaring zullen gedeeltelijk over het water en gedeeltelijk over land - eventueel via de depots - naar de werklocaties getransporteerd worden. Bij het transport op het eiland dient behalve met ecologische aspecten rekening te worden gehouden met de verkeersveiligheid in de dorpen en rond de veerdam alsmede met toeristen (fietsers, wandelaars).

Functionele eisen en voorwaarden:

- bij de keuze van de binnendijkse rijroutes dient rekening gehouden te worden met ecologisch kwetsbare locaties en perioden. Daartoe worden zoveel mogelijk vaste rijroutes langs de dijk aangehouden, zodat aanwezige vogels aan het patroon van rust en verstoring kunnen wennen;
- bij de keuze van de binnendijkse rijroutes dient het zware transport plaats te vinden over wegen die hier qua kwaliteit en draagvlak op berekend zijn;
- eventuele schade aan wegen door gebruik als transportroutes, dient na de transportperiode te worden hersteld;
- bij de keuze van de binnendijkse rijroutes dient transport door de dorpen heen waar mogelijk te worden vermeden;
- bereikbaarheid en begaanbaarheid van de (buitendijkse) schouwwegen voor dijkinspecties dient te allen tijde te worden gegarandeerd;
- bereikbaarheid van woningen en locaties met een werkfunctie dient gedurende de gehele uitvoering gegarandeerd te zijn.

Ten aanzien van transport verdienen veiligheid, bereikbaarheid, beheerbaarheid en hinder bijzondere aandacht; specifiek genoemd kunnen worden:

- vrachtverkeersbewegingen voor dijkversterking mijden de dorpen;
- zorg dragen voor een veilige kruising van werkverkeer met de weg tussen de veerhaven en Nes (verkeerstroom vanaf de boot);
- zorg dragen voor veiligheid en communicatie inzake hinder van toeristische fietsbewegingen over het eiland en met name langs de dijk;
- kwaliteit en draagkracht van polderwegen zijn niet berekend op zwaar transport;
- bereikbaarheid en begaanbaarheid van de (buitendijkse) schouwwegen voor dijkinspecties in het stormseizoen.

5.4. Kabels en leidingen

De leidingen die in de kering liggen zijn de volgende:

1. een huisaansluiting lage druk-gas van Stedin;
2. een effluentleiding van Wetterskip Fryslân;
3. a) een huisaansluiting lage druk-gas van Stedin;
b) een huisaansluiting drinkwater van Vitens;
4. a) een hogedruk- gasleiding van de Nederlandse Gasunie;
b) een transportwaterleiding van Vitens ten oosten van de Veerdam.

Afbeelding 5.3. Locaties van leidingen in de Waddenzeedijk op Ameland



De locaties van de leidingen zijn aangegeven op de overzichtstekening in bijlage IV en op satellietfoto van Google Maps in afbeelding 5.3.

Voor de persleidingen die in de primaire waterkering liggen is een toetsing uitgevoerd om te controleren of de leidingen ook na de ophoging voldoen aan de eisen zoals deze zijn gesteld in de NEN3650 en NEN3651.

Staat van onderhoud leidingen

Uit de inventarisatie naar de staat van onderhoud van de leidingen is gebleken dat alle leidingen in een goede staat van onderhoud verkeren en dat de leidingen de kruinverhoging kunnen dragen. Alleen moet voor de verschillende leidingen rekening worden gehouden met de volgende aanpassingen als gevolg van de dijkophoging:

- effluentleiding Wetterskip Fryslân:
 - de putten moeten worden aangepast aan de ophoging;

- het Wetterskip zou de kwaliteit van de appendages graag inventariseren, en waar mogelijk vervangen. Deze bevinden zich in de putten en kunnen worden vervangen zonder graafwerkzaamheden in de waterkering;
- hoofdleiding drinkwater Vitens:
 - bij locatie 4 moet er rekening gehouden worden met een meetpunt aan de zuidkant van de dijk en zakbakens bovenop de dijk. Deze moeten worden aangepast zodat ze in gebruik kunnen blijven;
- hoofdleiding Gasunie:
 - de leiding is uitgevoerd met zakbakens die moeten worden aangepast bij dijkophoging.

Conclusie toetsing

De bestaande leidingen worden getoetst aan de NEN 3651:2012. De toetsing gaat uit van een vervangende waterkering, tenzij de onderkant van de leiding boven het ontwerppeil ligt of dat er een kwelscherm in de kruin aanwezig is:

- de persleiding van Vitens ligt boven het ontwerppeil 2115;
- de persleiding van de Gasunie ligt niet boven het ontwerppeil van 2115, maar is wel voorzien van een kwelscherm in de kruin.

Daarmee voldoen beide leidingen aan de NEN3651. Nadere onderbouwing van deze conclusie staat in de oplegnotitie [lit. 16.] paragraaf 3.5.

5.5. Uitvoeringsfasering en periodes

De duur van de aanleg wordt mede bepaalde door de fasering en planning van het werk en het aantal locaties waar tegelijkertijd gewerkt wordt. De nu geplande einddatum is 31 december 2018 waarbij op jaarbasis sprake is van 208 werkbare dagen (hierbij wordt uitgegaan dat ook in de weekenden gewerkt wordt). Dijkverzwakkende werkzaamheden moeten buiten het stormseizoen worden uitgevoerd. Het voorkeursalternatief voorziet in het overlagen van de bestaande blokken deze werkzaamheden kunnen in het stormseizoen worden uitgevoerd. Bij de planning en fasering van het werk aan de dijk dient aan onderstaande ecologische eisen te worden voldaan.

Functionele eisen en voorwaarden:

- Rotganzen: in april - mei foerageren hoge aantallen Rotganzen op het gras van de dijk (in totaal 16 km en ca. 66 ha). In april - mei dient tenminste 50 % van het dijkgrasland in de dijkvakken 1, 2, 3a en 6 (25 ha) geschikt (5 - 10 cm hoog, 95 % bedekking) en beschikbaar te zijn voor de Rotganzen, rekening houdend met het feit dat het nieuw ingezaaide dijkgrasland één seizoen moet herstellen;
- buiten de Stroomleidendam, waar vrijwel permanent activiteit zal zijn, is gedurende de aanleg minimaal één buitendijkse hvp in functie en wordt de rust niet verstoord. Hieraan wordt voldaan wanneer niet tegelijkertijd bij de Jachthaven en de Veugelpôle wordt gewerkt;
- tijdens het broedseizoen (van 1 april tot 15 juli) wordt de rust bij de Veugelpôle (dijkvak 1) niet verstoord en worden ter plaatse geen verstorende werkzaamheden¹ uitgevoerd aan de dijk;
- de opdrachtnemer verplicht zich aan de wet en regelgeving te houden, in dit verband geldt dat er aantoonbaar aandacht moet zijn voor de naleving van de voorwaarden, die

¹ Geen vergravingen, afvoer of aanvoer van materiaal of het rijden met zwaar vrachtverkeer aan de buitenzijde. Inmeetwerkzaamheden of andere lichte werkzaamheden zijn niet verstorend, zulks ter beoordeling van een terzakekundige ecoloog.

zijn verbonden aan ontheffingen en vergunningen. Een belangrijk aspect daarvan is de broedperiode van vogels, omdat het verstoren van nesten niet is toegestaan in het kader van de Flora- en faunawet. Bij een (dreigende) verstoring dienen werkzaamheden te worden opgeschort;

- opdrachtnemer dient zich voor de aanleg te verzekeren van ecologische begeleiding door een terzakekundige ecooloog. In het kader van deze begeleiding kunnen voorstellen gedaan worden op welke plaatsen en op welke wijze de vestiging van broedgevallen tijdens de aanleg en op de plaats van werken kan worden voorkomen. Dit geldt tevens voor het werken met de gedragscodes en zorgplicht of bij het optreden van 'calamiteiten'. Ecologische begeleiding kan ook nodig zijn om eventueel noodzakelijke handelingen uit te voeren, zoals het vangen en verplaatsen van zwaar beschermde soorten;
- tijdens de werkzaamheden dient te allen tijde het waterbeheer van de achterliggende polder mogelijk te blijven;
- tijdens de werkzaamheden dient het grasareaal en de drinkwatervoorzieningen die nodig zijn voor de huidige schapenpopulatie (op de dijk van Ameland) op en nabij de dijk in stand te blijven. Dit dient te worden afgestemd met de betreffende pachters en een beheerder van Wetterskip Fryslân;
- na versterking van een dijktraject dient er aansluitend sprake te zijn van een tijdige afwerking om zo snel mogelijk herstel van de graszode weer op gang te brengen, en daarnaast werk en transport zo veel mogelijk op enkele punten te concentreren.

Werkzaamheden aan de teen

Bij de aanleg van een nieuwe teenbestorting aan de wadzijde van de dijk wordt een sleuf gegraven, het vrijkomende materiaal wordt hierbij tijdelijk op beschermde habitats gestald.

Functionele eisen en voorwaarden:

- de tijdsduur dat het materiaal in depot staat op het kwetsbare gebied dient uiterlijk 21 dagen te bedragen. Indien de specie niet binnen deze periode verwerkt kan worden, dan dient deze op de oorspronkelijke locatie te worden teruggezet, waarbij het deels een tweede keer moet worden ontgraven;
- indien de specie een tweede keer moet worden ontgraven, dan kan het niet nogmaals in depot gezet worden op de kwalificerende habitats, het dient hierbij in depot gezet te worden binnen 5 m uit het teenschot;
- het ruimtebeslag dient geminimaliseerd te worden in de richting van het Natura 2000-gebied. Voor de dijkvakken 0 - 1 mag het tijdelijke ruimtebeslag binnen het Natura 2000-gebied niet meer dan 11 m bedragen, voor de overige dijkvakken geldt deze beperking niet;
- de werkzaamheden dienen afgebakend te worden in de tijd: de werkzaamheden op dijkvak 0 mogen niet na week 35 plaatsvinden, voor de overige dijkvakken geldt niet na week 37;
- het terugbrengen van de specie op de oorspronkelijke locatie dient nauwkeurig te worden uitgevoerd, vereiste is dat de vegetatie wordt beschermd door rijplaten. De bovenlaag dient te worden teruggezet, de onderlaag te worden afgevoerd. De hoogteligging na de ingreep is identiek aan de hoogteligging vóór de ingreep;
- het overtollig materiaal dient niet op de kwalificerende habitattypes achter te blijven, maar moet worden afgevoerd (bij begroeide habitats) of verspreid zodat het door het getij verspreid kan worden (wad);
- herstellende vegetaties mogen niet begraasd worden (het schapenraster moet intact blijven).

Nachtwerkzaamheden (licht en geluid)

Om de werkzaamheden binnen de gevraagde periode gereed te krijgen, zal er mogelijk ook 's nachts gewerkt worden. Ecologisch gezien is verstoring door licht en geluid voornamelijk van belang voor de rustende vogels op de hvp's. Daarnaast kan licht en geluid hinder opleveren voor omwonenden en recreatie.

Functionele eisen en voorwaarden:

- de rust rond de bestaande hvp's wordt niet verstoord; dat is het geval wanneer bij nachtwerk met verlichting en geluid een afstand van 500 m tot buitendijkse hvp's wordt aangehouden;
- uitstraling van verlichting naar de binnenzijde van de polder is zeer beperkt door afschermende maatregelen, aangepaste verlichting;
- in verband met licht- en geluidsoverlast voor de omwonenden mogen de binnendijkse depots (vooral nabij kampeerboerderijen en andere boerderijen) 's nachts niet gebruikt worden van 22.00 uur 's avonds tot 07.00 uur 's ochtends.

5.6. Beheer en onderhoud

Het beheer en onderhoud zal zich in het dijkontwerp met name richten op de breuksteen overlaging, de overgangsconstructie van losse breuksteen naar het inspectiepad en de verborgen bekleding (gras beklede OSA).

De breuksteenoverlaging

Voor de meeste dijkvakken is de breuksteengradering van 60 - 300 kg voldoende voor een solide bekleding. Bij dijkvak 0.b (km 1,2 - 1,5), 4 en 5 is het gehanteerde schadegetal in het ontwerp iets groter dan de overige dijkvakken. Dat betekent dat met name voor die dijkvakken na een maatgevende storm geïnspecteerd moet worden of de overlaging er nog goed bij ligt.

De overgangsconstructie

Een overgangsconstructie is over het algemeen het zwakste punt van de bekleding. Daarom wordt deze robuust uitgevoerd. Deze constructie is echter moeilijk toegankelijk. In het geval dat vermoed wordt dat de constructie verzwakt is dan kan het eenvoudig versterkt worden door meer gietasfalt in de breuksteen te gieten.

Verborgen bekleding

In geval van een zware storm mag de gehele grasbekleding op het opensteenasfalt (OSA) falen, de sterkte wordt ontleend aan de OSA. Daarom is het asfalt onder het gras neergelegd. De bekleding dient na het stormseizoen wel hersteld te worden voor het ruimtelijke beeld van de dijk. De verwachting is dat de verborgen bekleding eens in de 20 jaar belast wordt, bij deze belasting zal niet gelijk de grasbekleding falen. De herstelwerkzaamheden aan de grasbekleding zullen in de praktijk dus waarschijnlijk meevallen.

De verborgen bekleding wordt aangelegd tot een hoogte waarop de graskwaliteit 'slecht' mag zijn. Met andere woorden het grasbeheer hoeft niet meer te leiden tot een graskwaliteit 'matig' of 'goed'.

Een ander aspect zijn de objecten op de dijk, zoals banken of afrastering. Deze kunnen niet zonder aanpassingen gefundeerd worden in de verborgen bekleding.

6. TOETSING WATERWET

Conform de Waterwet dient in een projectplan, naast een beschrijving van het werk en de wijze waarop dat zal worden uitgevoerd (hoofdstuk 4 en 5), een toetsing aan de doelen van de Waterwet te zijn opgenomen en een beschrijving van eventuele voorzieningen voor het mitigeren van negatieve effecten.

In dit hoofdstuk wordt de voorgenomen dijkversterking in paragrafen 6.2 tot en met 6.4 getoetst aan de doelstellingen van de Waterwet. Hierbij wordt ingegaan op de functies van de Waddenzeedijk conform deze wet. Er wordt gecontroleerd of de dijk en het omliggende gebied na uitvoering van het plan nog voldoet aan deze functies en of de doelen van de Waterwet niet worden geschaad door de voorgenomen werkzaamheden. Paragraaf 6.5 beschrijft de conclusie van toetsing aan de Waterwet. In geval van mogelijk, negatieve effecten dienen mitigerende maatregelen te worden getroffen. Paragraaf 6.6 gaat hier op in.

6.1. Doelen waterwet

Waterkeringen begrenzen of maken deel uit van watersystemen. Bij zowel de aanleg als de instandhouding van een waterkering moet zorg worden besteed aan de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater en waterbodems. Per watersysteem zijn functies vastgesteld met streefbeelden (en daaruit afgeleide eisen) waaraan (op termijn) moet worden voldaan. Voor een dijk als de Waddenzeedijk is het beschouwde areaal beschreven in nationale plannen, zoals:

- beheersplan voor de Rijkswateren (BPRW);
- structuurvisies;
- bestemmingsplannen.

De functie van een dijk kan worden beschreven aan de hand van de drie doelen van de Waterwet:

- voorkomen overstromingen, wateroverlast en waterschaarste;
- beschermen en mogelijk verbeteren van de chemische en ecologische kwaliteit van nabije wateren;
- vervullen van maatschappelijke functies.

De paragrafen 6.2 tot en met 6.4 gaan in op deze drie doelen.

6.2. Overstromingen, wateroverlast en waterschaarste

De achtergrond van deze dijkversterking is het versterken van de waterkering, zodat deze voldoende sterk is om aan het vastgestelde veiligheidsniveau te voldoen.

In de Leidraad Zee en Meerdijken (LZM) [lit. 6.] is opgenomen dat bij veiligheid drie aspecten van belang zijn:

- a. de maatschappelijke norm;
- b. de randvoorwaarden (belasting op de kering);
- c. de sterkte van de kering.

Deze drie aspecten zijn gehanteerd als uitgangspunt voor het ontwerp voor de dijkversterking.

Ad a.

Het ontwerp voldoet aan de wettelijk vastgestelde normfrequentie die hoort bij dijkkring 2 Ameland (1/2.000 per jaar).

Ad b.

De uit de wettelijke norm afgeleide belastingen worden elke vijf jaar per ministeriële regeling vastgesteld. De meest recente publicatie van hydraulische randvoorwaarden betreft het Hydraulische Randvoorwaardenboek 2006 [lit. 7.].

Ad c.

De sterkte van de nieuwe bekleding is ontworpen op basis van de vigerende kennis, zoals geborgd in de relevante technische rapporten en leidraden (paragraaf 3.1).

De LZM geeft aan dat het van het grootste belang is dat de beheerder van een waterkering erop toeziet dat noodzakelijke verhogingen en verzwaringen in de toekomst mogelijk blijven en dat het waterkerend vermogen gehandhaafd kan worden. Uitbreidbaarheid is duidelijk in de ontwerpbasis vastgelegd en de aandachtspunten voor beheer en onderhoud zijn opgenomen in hoofdstuk 5.

Conclusie: het ontwerp van de dijkversterking is zo opgesteld, dat de Waddenzeedijk komende 50 jaar voldoet aan de in de Waterwet gestelde doelen.

6.3. Chemische en ecologische waterkwaliteit

Voor de versterkte dijk is in de eindfase geen extra ruimtebeslag nodig; de versterking vindt plaats binnen het huidige ruimtebeslag en heeft geen effect op de chemische en ecologische waterkwaliteit van de omliggende wateren. In de aanlegfase zijn er mogelijk ecologische effecten door tijdelijk areaalverlies, fysische en chemische verstoring en verstoring als gevolg van menselijk activiteit.

In het stroomgebiedbeheerplan Rijndelta zijn de doelen met betrekking tot ecologische en chemische waterkwaliteit (KRW-doelen) vastgelegd voor de Waddenzee. De ecologische en chemische effecten van de dijkversterking zijn onderzocht in het kader van de passende beoordeling voor de Nb-wet. De effecten hebben geen relatie tot de ecologische of chemische waterkwaliteit. Er is getoetst aan de KRW doelen (voor zowel zoet als zout waterlichaam); de dijkversterking heeft geen effect met betrekking tot deze doelen.

Met betrekking tot de chemische kwaliteit is relevant dat tijdens de uitvoering extra uitstoot van vermestende stoffen kan ontstaan door het gebruik van de (mobiele) asfaltcentrale en het transportbewegingen. Significante effecten op drie hiervoor zeer gevoelige aangewezen habitattypen (grijze duinen) zijn niet geheel uitgesloten. In het kader van Natura 2000 is de depositie berekend en is de compensatie opgave bepaald [lit. 15.].

6.4. Maatschappelijke functies

Naast het bieden van veiligheid en het behoud van chemische en ecologische kwaliteit kent een dijk andere maatschappelijke functies.

Een bekende trits van functies zijn de waarden voor landschap, natuur en cultuurhistorie. Daarnaast kan een waterkering nog andere maatschappelijke functies waarborgen:

- land-, tuinbouw en visserij;
- recreatie;
- industrie;

- waterhuishouding;
- verkeer en vervoer;
- kabels en leidingen;
- wonen.

De voor Ameland relevante functies zijn allen uitgebreid beschreven in het MER dat voor de dijkversterking is opgesteld. Hieronder volgt een korte samenvatting van de conclusies met betrekking tot de effecten. Op basis van de effecten kan worden geconcludeerd dat de dijkversterking geen nadelige effecten heeft met betrekking tot het doel van de Waterwet gericht op het vervullen van maatschappelijke functies.

De ophoging van de dijk zelf, op de as (VKA), heeft zeer beperkte milieueffecten. De dijk is meer aanwezig door de lichte ophoging, wat het aanzicht/uitzicht licht negatief beïnvloedt. Ook neemt de hoeveelheid grasbekleding in beperkte mate af op het buitentalud. Deze effecten zijn echter zeer minimaal. Er zijn geen permanente, negatieve effecten op bodem, ecologie, water, landbouw, LCA (Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie) en woon- en leefmilieu in de eindsituatie.

De keuze voor losse breuksteen als bekleding van het ondertalud heeft geen (negatieve) effecten op de aspecten bodem, ecologie, water, landbouw, LCA en woon- en leefmilieu. Deze bekleding zorgt voor een soortgelijke uitstraling als in de huidige situatie, en heeft een natuurlijk karakter. Daarnaast biedt losse breuksteen mogelijkheden voor organismen om zich te ontwikkelen. Het weghalen van de huidige bekleding (betonblokken) is niet nodig, omdat de losse breuksteen hier overheen gestort wordt. Stortsteen heeft als bijkomend voordeel dat het lastiger begaanbaar is voor mensen, waardoor het moeilijker wordt het wad te betreden. Wel kunnen vogels (met name kuikens) in de bekleding vast komen te zitten. De kans hierop is echter beperkt, door de opname van oversteekplaatsen in het ontwerp en een gedeeltelijke opvulling van de bekleding ter hoogte van de Feugelpôle.

De bekleding van het bovenste talud met een verborgen bekleding van open steenasfalt afgedekt met een grasbekleding heeft geen effecten (neutraal) op de onderzochte milieuaspecten. Ook bekleden van de buitenberm met asfalt heeft geen permanente effecten, aangezien dit een handhaving is van de huidige situatie. De functie van de berm, als inspectie- en onderhoudspad, dient behouden te blijven en asfaltering is daarbij gewenst.

De ecologische bouwstenen in het VKA hebben een neutraal of positief effect ten opzichte van de huidige situatie. Door de ecologische bouwsteen 'rijke dijken' krijgt ontwikkeling van planten en dieren een kans, omdat er ruimte wordt gecreëerd voor ontwikkeling van flora en fauna (door ruimte tussen breuksteen). De gras-ecotop op het bovenste talud biedt voor veel dieren een plek om te fourageren en te broeden, en geeft schapen de mogelijkheid om te grazen. Tevens geeft het de dijk een natuurlijker, groen uiterlijk (behoud huidige situatie).

Een verhoging van de buitenberm, met circa 90 cm, zorgt niet voor noemenswaardige effecten op de omgeving. Voor het aspect piping zijn geen maatregelen opgenomen in dit projectplan. Er is voor gekozen eerst nader onderzoek uit te voeren.

Realisatiefase

In de realisatiefase vindt verstoring plaats door de werkzaamheden die nodig zijn voor het ophogen en bekleden van de dijk. De aan- en afvoer van materialen, en de werkzaamheden zelf, hebben mogelijk een versturende werking op de omgeving. Hierbij kan gedacht worden aan de natuur (geluid, trillingen), maar ook aan het woon- en leefmilieu (drukke door transport) en landbouw (tijdelijke depots voor grond en materialen). Ook is het moge-

lijk dat sommige routes of locaties op en langs de dijk tijdelijk afgesloten worden voor recreatie en landbouwverkeer.

Deze effecten zijn echter van tijdelijke aard, en op lokale schaal. Blijvende effecten op wat voor gebied dan ook zijn niet te verwachten. Daarnaast is ten behoeve van de contractering een programma van eisen opgesteld, waarin middels functionele eisen de randvoorwaarden voor de uitvoering zijn gesteld.

6.5. Conclusies toetsing Waterwet

In de voorgaande drie paragrafen is het effect van de dijkversterking op de doelen van de volgende doelen van de Waterwet getoetst:

- voorkomen overstromingen, wateroverlast en waterschaarste;
- beschermen en mogelijk verbeteren van de chemische en ecologische kwaliteit van nabije wateren;
- vervullen van maatschappelijke functies.

De conclusie luidt dat de dijkversterking bijdraagt aan het voorkomen van overstromingen en wateroverlast. Daarnaast heeft de dijkversterking geen negatieve effecten op de Waterwet doelen met betrekking tot de chemische en ecologische waterkwaliteit en het vervullen van maatschappelijke functies.

6.6. Voorzieningen

In het kader van de Waterwet is er geen sprake van voorzieningen, omdat er geen negatieve effecten zijn geconstateerd in relatie tot de doelen van de Waterwet.

7. UITVOERBAARHEIDSTOETS

In dit onderdeel van het projectplan wordt inzicht gegeven in de uitvoerbaarheid van het plan. Daarbij speelt de toetsing aan het vigerende planologische regime en de vergunbaarheid op grond van andere wetgeving een belangrijke rol. Toestemmingen die niet publiek-rechtelijk noodzakelijk zijn, worden niet opgenomen.

7.1. Milieueffectrapportage

Het opstellen van een plan voor dijkverbetering is meestal m.e.r.-plichtig. Dit betekent dat er een m.e.r.-procedure moet worden doorlopen, waarin een MER (milieueffectrapport) moet worden opgesteld¹. In hoofdstuk 7 van de Wet milieubeheer (Wm) is het MER nader omschreven. In 2008 is beoordeeld of de dijkverbetering Ameland m.e.r.-plichtig is. Het opstellen van een MER is (bij beoordeling in 2008) verplicht voor activiteiten die betrekking hebben op een wijziging of uitbreiding van een zee- of deltadijk van 5 km of meer én een wijziging van het dwarsprofiel van de zee- of deltadijk van 250 m² of meer².

De Waddenzeedijk Ameland is een zeedijk. De aan te passen lengte is groter dan 5 km; de Waddenzeedijk heeft een lengte van ruim 16 km. Echter, de wijziging van het dwarsprofiel van deze Waddenzeedijk is kleiner dan 250 m², waardoor de dijkversterking volgens de letter van de wet niet m.e.r.-plichtig is. Omdat de dijkverbetering een grote impact kan hebben op de omgeving, is in overleg met de provincie Fryslân in 2008 besloten toch een MER op te stellen.



Het MER voor de dijkversterking is in 2012 afgerond en concludeert dat de dijkversterking in de eindsituatie geen belangrijke milieugevolgen heeft. Significante, negatieve effecten tijdens de realisatie op gebied van ecologie zijn niet uit te sluiten. Eventuele effecten op de doelen van de relevante Natura 2000-gebieden kunnen wel voorkomen worden, mits daar afdoende rekening mee wordt gehouden in de uitvoering. Deze mitigatie is opgenomen in een programma van eisen, dat deel zal gaan uitmaken van de aanbesteding en de contractering van het werk. Daarmee wordt geborgd dat deze mitigatie ook daadwerkelijk leidend zal zijn bij de uitvoering. Het is voor de aanlegfase van belang om te bedenken dat niet aan de gehele dijk tegelijk wordt gewerkt. Tijdens de uitvoeringsperiode wordt aan minimaal één dijkvak en maximaal enkele dijkvakken tegelijk gewerkt, zodat verstoring in de ruimte beperkt blijft.

¹ De afkorting 'm.e.r.' wordt gehanteerd voor milieueffectrapportage, de procedure; de afkorting 'MER' wordt gehanteerd voor het daadwerkelijke milieueffectrapport. Omdat er in het onderzoek niet alleen sprake is van de beoordeling van milieueffecten, maar ook van andere aspecten zoals kosten en aanleg, wordt er een zo genaamde Projectnota/MER (PN/MER) opgesteld.

² In het Besluit milieueffectrapportage 1994 staat omschreven welke activiteiten en besluiten m.e.r.-plichtig zijn (onderdeel C van de bijlage bij het Besluit milieueffectrapportage 1994). Het wijzigen of uitbreiden van een zee- of deltadijk valt onder categorie 12.2 van de C-lijst (op basis van de geldende wetgeving in 2008).

7.2. Planologische inpassing

Op het traject van de dijkversterking en de mogelijke depots zijn verschillende bestemmingsplannen van toepassing. De vigerende bestemmingsplannen zijn de volgende:

- bestemmingsplan Waddenzee, vastgesteld in 1986;
- bestemmingsplan Buitengebied, vastgesteld op 17 augustus 1998;
- herziening bestemmingsplan Havens Nes en Ballumerbocht, vastgesteld op 22 juni 1998.

Daarnaast is de gemeente Ameland op dit moment bezig met herziening van het bestemmingsplan van het buitengebied. Daarin wordt een opslaglocatie voor materiaal en materieel bestemd op binnendijkse locaties die in eigendom zijn van het waterschap.

In artikel 5.10 van de Waterwet is bepaald dat, indien voor een dijkversterking een projectplan wordt opgesteld, een omgevingsvergunning voor het uitvoeren van werkzaamheden op basis van een bestemmingsplan niet vereist is. Wel dienen de bedoelde uit te voeren werkzaamheden opgenomen te worden in het projectplan.

In de vergunninginventarisatie ten behoeve van de dijkversterking [lit. 11.] is het huidig planologisch kader rondom de Waddenzeedijk aangeduid. Er vindt binnendijs geen ruimtebeslag plaats. De dijk zelf valt binnen de bestemming waterbouwkundige doeleinden. Deze gronden zijn bestemd voor zeedefensie, wegen en paden met daarbij behorend erven, terreinen, groenvoorzieningen en dergelijke (artikel 20, bestemmingsplan Buitengebied). Voor zover de dijkversterking valt binnen deze bestemming is de dijkversterking niet in strijd met het bestemmingsplan.

Buitendijs valt de dijk grotendeels in de bestemming natuur. Deze gronden zijn onder meer bestemd voor natuurgebied en zeedefensie (artikel 5, bestemmingsplan Buitengebied). Voor zover de dijkversterking valt binnen deze bestemming bestaat ook geen strijd met het vigerende bestemmingsplan.

7.3. Andere noodzakelijke vergunningen en relevante besluiten

Ten behoeve van de dijkversterking is een vergunninginventarisatie uitgevoerd [lit. 11.]. Op de dijkversterking is de projectplanprocedure van toepassing. In de projectplanprocedure dienen alle besluiten te worden gecoördineerd die toezien op de definitieve situatie na de dijkversterking. Deze besluiten zijn opgenomen in tabel 7.1. In tabel 7.2 zijn de vergunningen opgenomen die aangevraagd dienen te worden om de uitvoering mogelijk te maken. Deze vergunningen zijn voor rekening van de uitvoerende aannemer.

Tabel 7.1. Overzicht vergunningen initiatiefnemer

benodigd besluit	wetgeving	bevoegd gezag	proceduretijd	termijn bezwaar en beroep
projectplan Waterwet	Waterwet	Wetterskip Fryslân	zie 7.2	zie 7.2
watervergunning	Waterwet	Rijkswaterstaat	zie 7.2	zie 7.2
omgevingsvergunning - bouwen - slopen	Wabo	gemeente Ameland	zie 7.2	zie 7.2
vergunning nb-wet	Natuurbeschermingswet 1998	provincie Fryslân	zie 7.2	zie 7.2
onthefing ff-wet	Flora- en faunawet	ministerie EL&I	zie 7.2	zie 7.2

Tabel 7.2. Overzicht vergunningen des aannemers

benodigd besluit	wetgeving	bevoegd gezag	proceduretijd	termijn bezwaar en beroep
omgevingsvergunning: - afwijken bestemmingsplan depots - milieu	Wabo	gemeente Ameland	26 weken	6 weken
melding Activiteitenbesluit (pompinstallatie)	Wet milieubeheer	gemeente Ameland	4 weken	n.v.t. (6 weken, indien maatwerkbesluit)
ontheffing APV (geluid)	APV	gemeente Ameland	8 weken	6 weken
ontheffing PMV (geluid)	PMV	provincie Fryslân	8 weken	6 weken
melding Bbk toepassen grond	Bbk	meldpunt Bodemkwaliteit	5 dagen	n.v.t.
melding Bbk tijdelijke opslag grond	Bbk	meldpunt Bodemkwaliteit	5 dagen	n.v.t.
APV tijdelijke wegen	APV	gemeente Ameland	8 weken	6 weken
APV tijdelijke op- en uitritten	APV	gemeente Ameland	8 weken	6 weken
verkeersbesluit	Wegenverkeerswet	gemeente Ameland	8 weken	6 weken
ontheffing scheepvaart	Scheepvaartverkeerswet	Rijkswaterstaat	8 weken	6 weken
melding - grondroerdersregeling	Wet informatie uitwisseling ondergrondse netwerken	Kadaster	4 weken	n.v.t.
melding telecommunicatie	telecommunicatieverordening	gemeente Ameland	8 weken	n.v.t.

LITERATUUR

1. Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2002). Hydraulische randvoorwaarden 2001, voor het toetsen van primaire waterkeringen.
2. Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2004). De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland, Voorschriften Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001 - 2006.
3. Infram (2005). Uitgebreide rapportage veiligheidstoetsing, projectnummer 04i053, versie 1.0.
4. Van der Meer Consulting B.V. (2007). Hydraulische ontwerprandvoorwaarden voor dijkversterking Ameland, projectnummer vdm07284, versie 1.2.
5. Nieuwkoop, van, J. en A. Smale (2011), Hydraulische randvoorwaarden voor Ameland en de Friese kust. 1204042-000. Deltares.
6. Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2009). Addendum I bij de Leidraad Zee en Meerdijken ten behoeve van het ontwerpen van meerdijken, Expertise Netwerk Waterkeringen, 25 maart 2009.
7. RWS (2007). Hydraulische Randvoorwaarden primaire waterkeringen voor de derde toetsronde 2006 - 2011 (HR 2006), augustus 2007.
8. TAW (1999). Leidraad zee- en meerdijken.
9. Witteveen+Bos (2011), notitie maatregelen tegen piping.
10. Witteveen+Bos (2012), PN/MER dijkverbetering Waddenzeedijk Ameland.
11. Witteveen+Bos (2012), Vergunningen inventarisatie dijkversterking Ameland.
12. Witteveen+Bos (2009), Opzet ontwerpuitgangspunten.
13. Deltares (2011), Toepassing vigerende en nieuwe pipingregel op Ameland, definitief.
14. Witteveen+Bos (2011), Uitwateringsduikers.
15. Altenburg & Wymenga (2012). Dijkversterking Ameland, Toetsing aan de natuurwetgeving. A&W-rapport 1697.
16. Witteveen+Bos (2012), Oplegnotitie bij het projectplan.

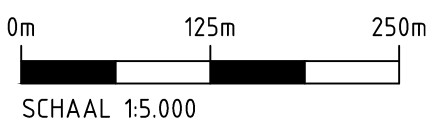
BIJLAGE I ONTWERPDWARSPROFIELEN



BIJLAGE II BOVENAANZICHTEN



TEKENINGOVERZICHT	
tek. nr.	tek. titel
2101	Ontwerp dwarsprofielen
2102	Dijkvakken 0a en 0b
2103	Dijkvakken 1 en 2
2104	Dijkvakken 3a en 3b
2105	Dijkvak 4
2106	Dijkvak 5
2107	Dijkvakken 6 en 7
2108	Bijz. lokatie: aansluiting Duijdijk west
2109	Bijz. lokatie: Dijkpaal A-5.650
2110	Bijz. lokatie: Dijkpaal A-6.780
2111	Bijz. lokatie: Dijkpaal A-7.400
2112	Bijz. lokatie: Dijkpaal A-11.100
2115	Bijz. lokatie: Dijkpaal A-13.200
2117	Bijz. lokatie: aansluiting Duijdijk oost



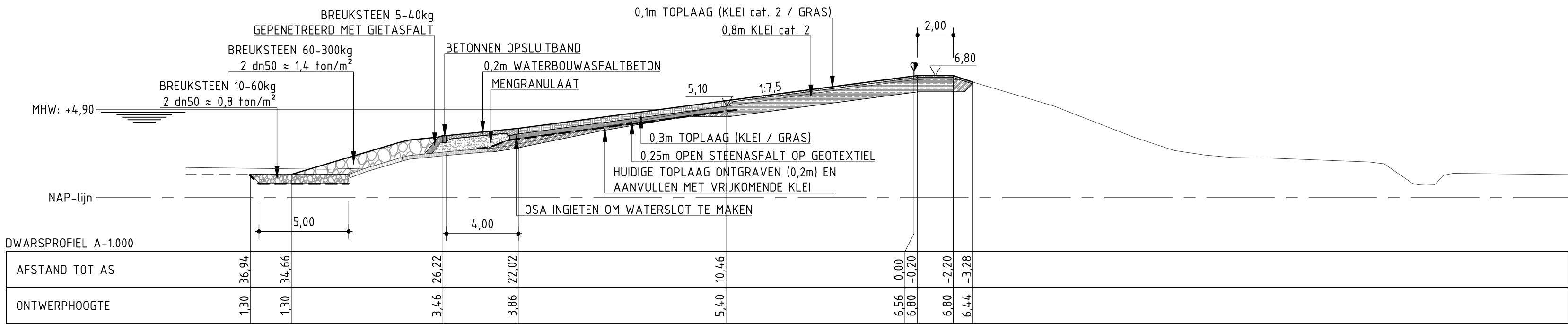
CONCEPT 3 09-11-12

WETTERSKIP FRYSLÂN
DIJKVERSTERKING WADDENZEEDIJK AMELAND
Dijkvakindeling
Overzichtstekening



BOVENAANZICHT DIJKVAKKEN 0a EN 0b

SCHAAL 1:2.000



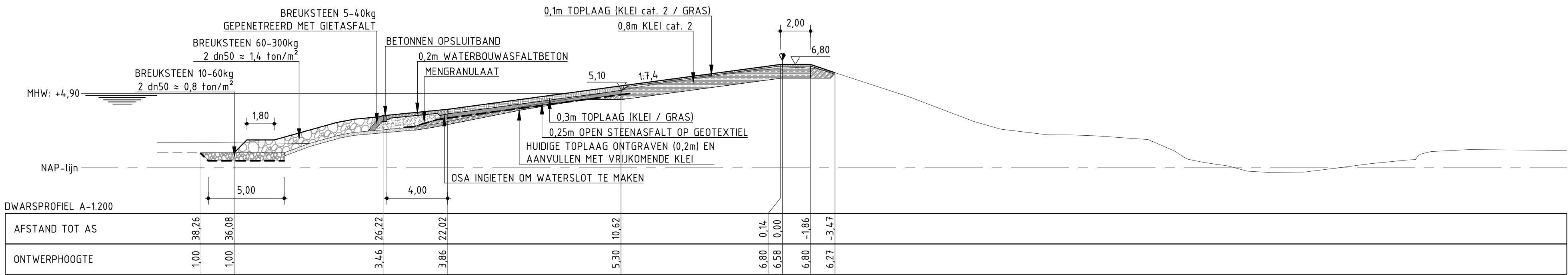
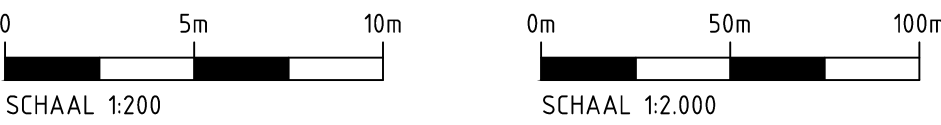
DIJKVAK 0a

SCHAAL 1:200

CONCEPT

3
09-11-12

- OPMERKINGEN:
- Maten in meters
 - Hoogtematen in meters ten opzichte van N.A.P.
 - Zie tek. AME5-1-2100 voor een overzicht van de dijkvakken
 - Zie tek. AME5-1-2101 voor een overzicht van alle principe ontwerpprofielen



DIJKVAK 0b

SCHAAL 1:200

WETTERSKIP FRYSLÂN

DIJKVERSTERKING WADDENZEEDIJK AMELAND

Projectplan dijkvakken 0a en 0b

Dijkpaal A-0.000 t/m A-1.500

Bovenaanzicht en dwarsprofielen

Witteveen Bos Postbus 233 7600 AE Deventer Telefoon 0570 69 79 11 Telefax 0570 69 73 44	Gefekend	ing. J. Roerade	Schaal	1:200 / 1:2.000
	Gecontroleerd	ir. M.L. Aalberts	AME5-1-2102	
	Goedgekeurd	ir. H.J.M.A. Mols		
	Datum	concept	Formaat	A1

BOVENAANZICHT DIJKVAK 1
SCHAAL 1:2.000

BOVENAANZICHT DIJKVAKKEN 1 (VERVOLG) EN 2
SCHAAL 1:2.000

DIJKVAK 1
SCHAAL 1:200

DIJKVAK 2
SCHAAL 1:200

CONCEPT

3
09-11-12

OPMERKINGEN:

- Maten in meters
- Hoogtematen in meters ten opzichte van N.A.P.
- Zie tek. AMES-1-2100 voor een overzicht van de dijkvakken
- Zie tek. AMES-1-2101 voor een overzicht van alle principe ontwerpprofielen

0 5m 10m
SCHAAL 1:200

0m 50m 100m
SCHAAL 1:2.000

WETTERSKIP FRYSLÂN
DIJKVERSTERKING WADDENZEEDIJK AMELAND

Projectplan dijkvakken 1 en 2
Dijkpaal A-1500 t/m A-5.500

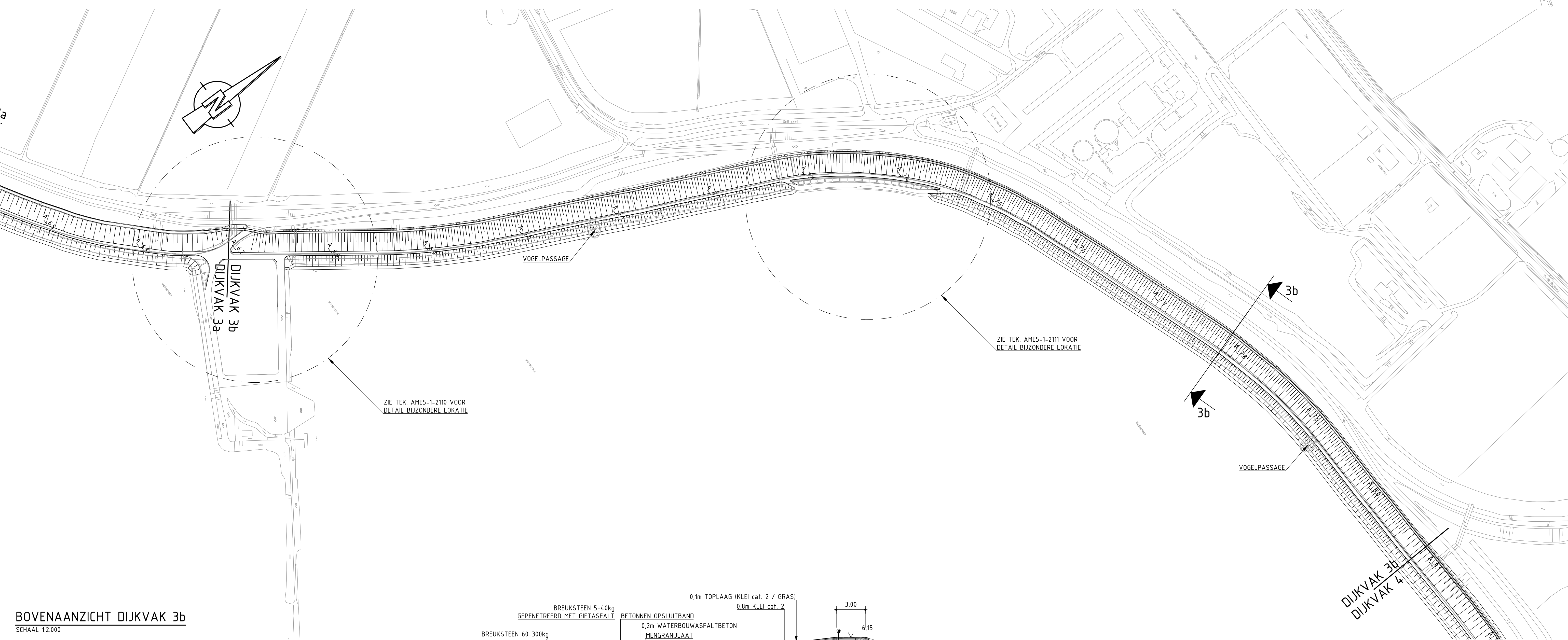
Bovenaanzicht en dwarsprofielen

Witteveen Bos Postbus 233 7400 RB Overmeer Telefoon (0570) 69 39 11 Telefax (0570) 69 39 14	Gedraagt door	ing. J. Roerade	Schaal	1:200 / 1:2.000
	Gecontroleerd door	ir. M.L. Aalberts	Projectnaam	AMES-1-2103
	Goedgekeurd door	ir. H.J.M.A. Molis	Formaat	A0
	Datum	concept		



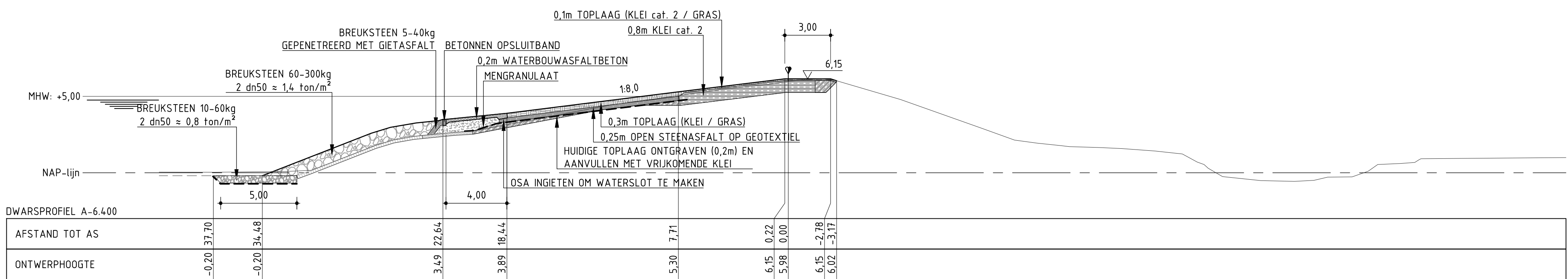
BOVENAANZICHT DIJKVAK 3a

SCHAAL 1:2000



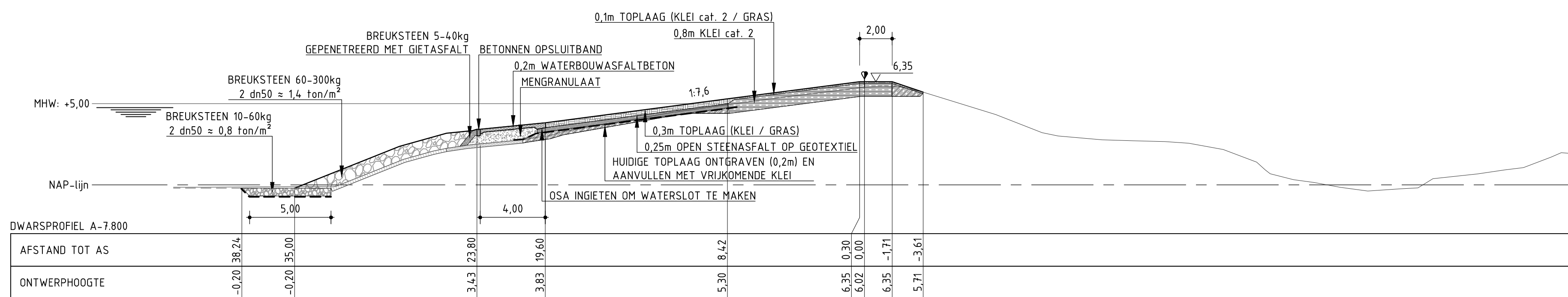
BOVENAANZICHT DIJKVAK 3b

SCHAAL 1:2000



DIJKVAK 3a

SCHAAL 1:200

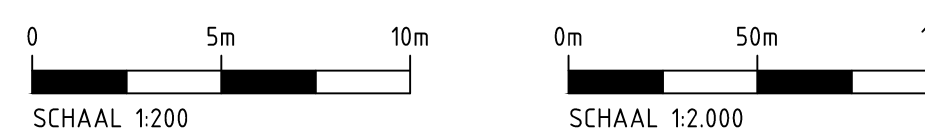


DIJKVAK 3b

SCHAAL 1:200

CONCEPT 3 09-11-12

- OPMERKINGEN:
- Maten in meters
 - Hoogtematen in meters ten opzichte van N.A.P.
 - Zie tek. AMES-1-2100 voor een overzicht van de dijkvakken
 - Zie tek. AMES-1-2101 voor een overzicht van alle principe ontwerpprofielen



WETTERSKIP FRYSLÂN
DIJKVERSTERKING WADDENZEEDIJK AMELAND

Projectplan dijkvakken 3a en 3b

Dijkpaal A-5.500 t/m A8.100

Bovenaanzicht en dwarsprofielen

Witteveen Bos Postbus 233 7420 AE Deventer Telefoon 0570 69 10 11 Telefax 0570 69 10 14	Gefabriceerd door	ing. J. Roerade	Schaal	1:200 / 1:2.000
	Gecontroleerd door	ir. M.L. Aalberts		
	Goedgekeurd door	ir. H.J.M.A. Molis		
	Datum	concept	Formaat	A0

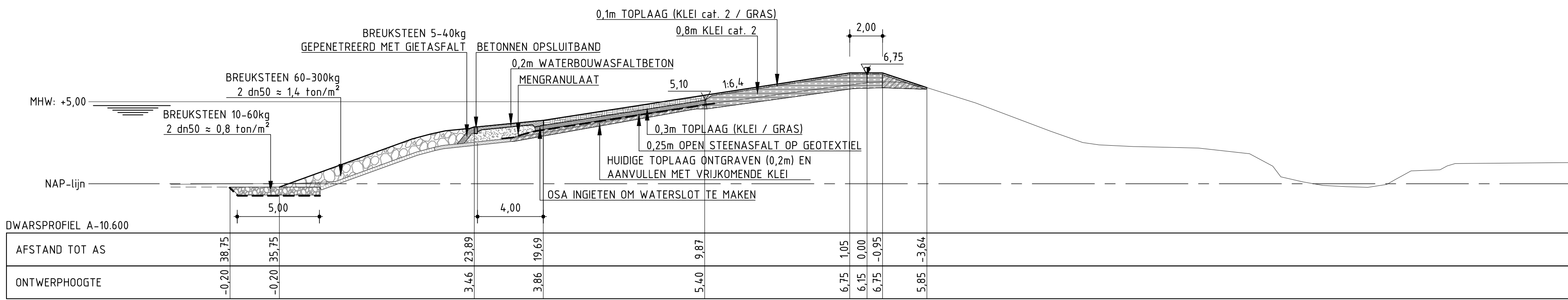
AMES-1-2104

BOVENAANZICHT DIJKVAK 4

SCHAAL 1:1000

BOVENAANZICHT DIJKVAK 4 (vervolg)

SCHAAL 1:1000

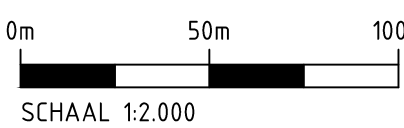
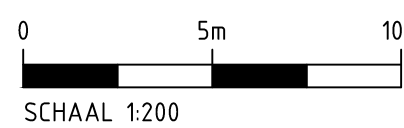


DIJKVAK 4

SCHAAL 1:200

OPMERKINGEN:

- Maten in meters
- Hoogtematen in meters ten opzichte van N.A.P.
- Zie tek. AMES-1-2100 voor een overzicht van de dijkvakken
- Zie tek. AMES-1-2101 voor een overzicht van alle principe ontwerpsprofielen

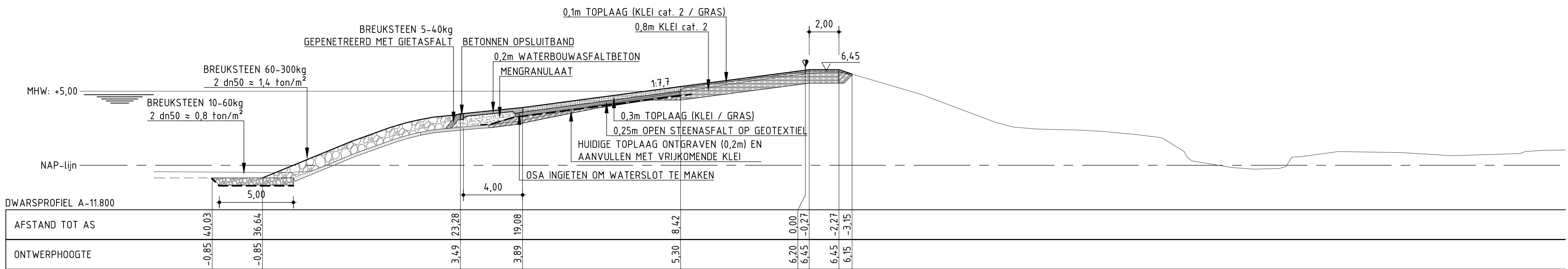


WETTERSKIP FRYSLÂN
DIJKVERSTERKING WADDENZEEDIJK AMELAND

Projectplan dijkvak 4
Dijkpaal A-8.100 t/m 11.100
Bovenaanzicht en dwarsdoorsneden

Witteveen Bos Postbus 233 7420 AE, Deventer Telefoon: 0570 69 39 11 Telefax: 0570 69 39 44	Getekend: ing. J. Roerade Gecontroleerd: ir. M.L. Aalberts Goedgekeurd: ir. H.J.M.A. Molis Datum: concept	Schaal: 1:200 / 1:2.000 AMES-1-2105 Formaat: A0	S A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z aa ab ac ad ae af ag ah ai aj ak al am an ao ap aq ar as at au av aw ax ay az ba bb bc bd be bf bg bh bi bj bk bl bm bn bo bp bq br bs bt bu bv bw bx by bz ca cb cc cd ce cf cg ch ci cj ck cl cm cn co cp cq cr cs ct cu cv cw cx cy cz da db dc dd de df dg dh di dj dk dl dm dn do dp dq dr ds dt du dv dw dx dy dz ea eb ec ed ee ef eg eh ei ej ek el em en eo ep eq er es et eu ev ew ex ey ez fa fb fc fd fe ff fg fh fi fj fk fl fm fn fo fp fq fr fs ft fu fv fw fx fy fz ga gb gc gd ge gf gg gh gi gj gk gl gm gn go gp gq gr gs gt gu gv gw gx gy gz ha hb hc hd he hf hg hh hi hj hk hl hm hn ho hp hq hr hs ht hu hv hw hx hy hz ia ib ic id ie if ig ih ii ij ik il im in io ip iq ir is it iu iv iw ix iy iz ja jb jc jd je jf jg jh ji jj jk jl jm jn jo jp jq jr js jt ju jv jw jx jy jz ka kb kc kd ke kf kg kh ki kj kk kl km kn ko kp kq kr ks kt ku kv kw kx ky kz la lb lc ld le lf lg lh li lj lk ll lm ln lo lp lq lr ls lt lu lv lw lx ly lz ma mb mc md me mf mg mh mi mj mk ml mn mo mp mq mr ms mt mu mv mw mx my mz na nb nc nd ne nf ng nh ni nj nk nl nm no np nq nr ns nt nu nv nw nx ny nz oa ob oc od oe of og oh oi oj ok ol om on oo op oq or os ot ou ov ow ox oy oz pa pb pc pd pe pf pg ph pi pj pk pl pm pn po pp pq pr ps pt pu pv pw px py pz qa qb qc qd qe qf qg qh qi qj qk ql qm qn qo qp qq qr qs qt qu qv qw qx qy qz ra rb rc rd re rf rg rh ri rj rk rl rm rn ro rp rq rr rs rt ru rv rw rx ry rz sa sb sc sd se sf sg sh si sj sk sl sm sn so sp sq sr ss st su sv sw sx sy sz ta tb tc td te tf tg th ti tj tk tl tm tn to tp tq tr ts tt tu tv tw tx ty tz ua ub uc ud ue uf ug uh ui uj uk ul um un uo up uq ur us ut uu uv uw ux uy uz va vb vc vd ve vf vg vh vi vj vk vl vm vn vo vp vq vr vs vt vu vv vw vx vy vz wa wb wc wd we wf wg wh wi wj wk wl wm wn wo wp wq wr ws wt wu wv ww wx wy wz xa xb xc xd xe xf xg xh xi xj xk xl xm xn xo xp xq xr xs xt xu xv xw xx xy xz ya yb yc yd ye yf yg yh yi yj yk yl ym yn yo yp yq yr ys yt yu yv yw yx yy yz za zb zc zd ze zf zg zh zi zj zk zl zm zn zo zp zq zr zs zt zu zv zw zx zy zz

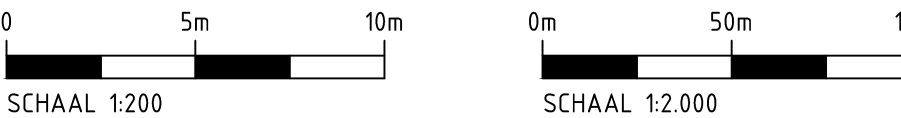
BOVENAANZICHT DIJKVAK 5
SCHAAL 1:1.000



DIJKVAK 5
SCHAAL 1:200

CONCEPT

- OPMERKINGEN:
- Maten in meters
 - Hoogtematen in meters ten opzichte van N.A.P.
 - Zie tek. AMES-1-2100 voor een overzicht van de dijkvakken
 - Zie tek. AMES-1-2101 voor een overzicht van alle principe ontwerpprofielen



WETTERSKIP FRYSLÂN
DIJKVERSTERKING WADDENZEE DIJK AMELAND

Projectplan dijkvak 5
Dijkpaal A-11.100 t/m A-13.100
Bovenaanzicht en dwarsdoorsnede

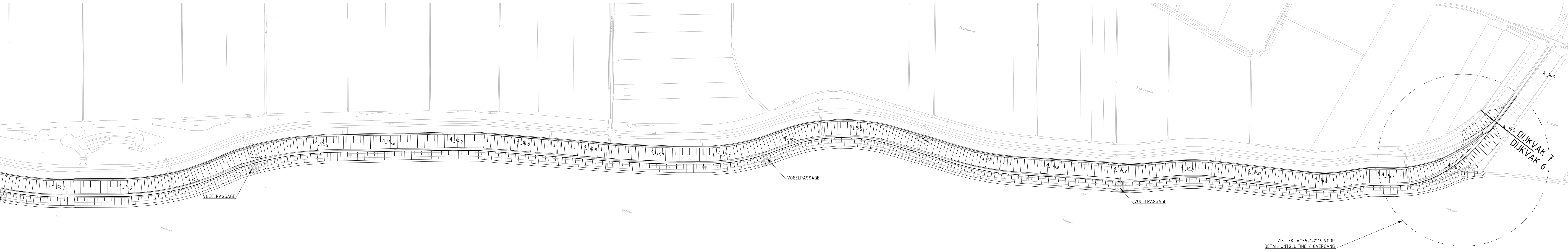
Witteveen **Bos**

Postbus 333
7400 AE Deventer
Telefoon: 0570 69 70 11
Telefax: 0570 69 73 44

Getekend: Ing. J. Roerade
Gecontroleerd: Ir. M.L. Aalberts
Goedgekeurd: Ir. H.J.M.A. Mols
Datum: concept

Schaal: 1:200 / 1:2.000
AME5-1-2106
Formaat: A1L

Wijzigingen:
G
F
E
D
C
B
A



DWARSPROFIEL A-13.800

AFSTAND TOT AS

ONTWERPHOOGTE

MHW: +5,00

NAP-lijn

BREUKSTEEN 5-40kg
GEPENETREERD MET GIETASFALT

BREUKSTEEN 60-300kg
2 dn50 = 1,4 ton/m²

BREUKSTEEN 10-60kg
2 dn50 = 0,8 ton/m²

BETONNEN OPSLUITBAND

0,2m WATERBOUWASFALTBETON
MENGGRANULAAT

0,1m TOPLAAG (KLEI cat. 2 / GRAS)

0,8m KLEI cat. 2

1,80

2,00

6,30

0,3m TOPLAAG (KLEI / GRAS)

0,25m OPEN STEENASFALT OP GEOTEXTIEL

HUIDIGE TOPLAAG ONTGRAVEN (0,2m) EN
AANVULLEN MET VRIJKOMENDE KLEI

OSA INGIETEN OM WATERSLOT TE MAKEN

5,00

4,00

3,46

3,86

5,30

6,30

6,16

6,30

5,97

39,96

36,72

24,17

19,97

8,45

0,08

0,00

-1,92

-2,92

WETTERSKIP Fryslân		G	
DIJKVERSTERING WADDENZEEDIJK AMELAND		H	
		E	
		D	
Projectplan dijkvakken 6+7		D	
Dijkpalen A-13.100 t/m A-16.500		C	
Bovenaanzicht en dwarsdoorsnede		B	
		A	
		Wijzigingen	
		Schaal 1:200 / 1:2000	
Witteveen Bos		Gekend ing. J. Roerade Gecontroleerd ir. M.L. Aalberts Goedgekeurd ir. H.J.M.A. Mols	
Postbus 233 7400 AC Deventer Telefon 0576 69 79 11 Telefax 0576 69 13 44		AME5-1-2107 Datum concept Formaat A1L	

BIJLAGE III BIJZONDERE LOCATIES

Enkele bijzondere constructies en aansluitingen:

- uitwateringsduikers (1, 2, 3 en 4);
- aansluiting dijk - duin (5 en 6);
- Feugelpôle (7);
- recreatieplekken (Ballumerbocht, de kitesurfplaats en de burenssteiger (respectievelijk 9, 12 en 10));
- aansluiting op dammen (de poest, stroomleidam en veerdam, (respectievelijk 8, 11 en 12));
- overgangen eendenkuikens (elke ca. 1 km / relevante kruisingen).

Afbeelding III.1. Locaties van bijzondere constructies of overgangen

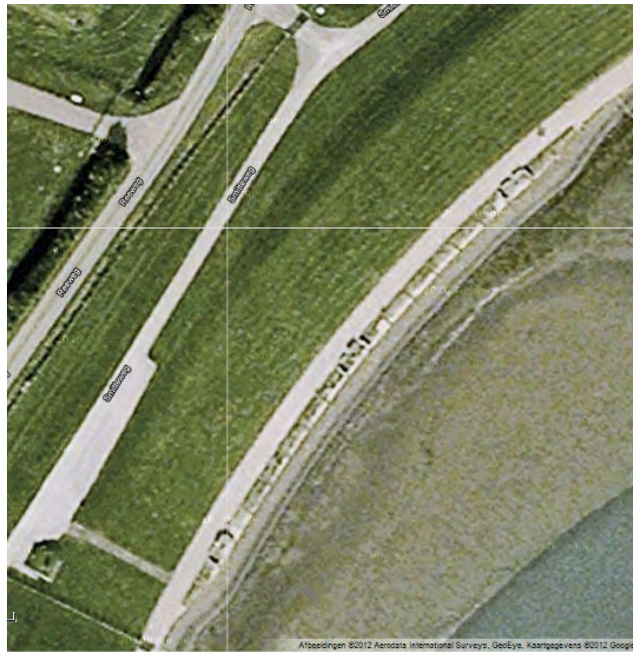


In de volgende afbeeldingen zijn de locaties van de bijzondere constructies weergegeven.

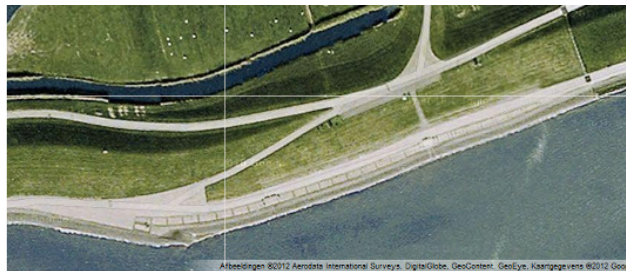
Afbeelding III.2. De Poest (8)



Afbeelding III.3. Ballumerbocht (9)



Afbeelding III.4. Recreatieplek en botenhelling Burensteiger (10)



Afbeelding III.5. De stroomleidam (11)

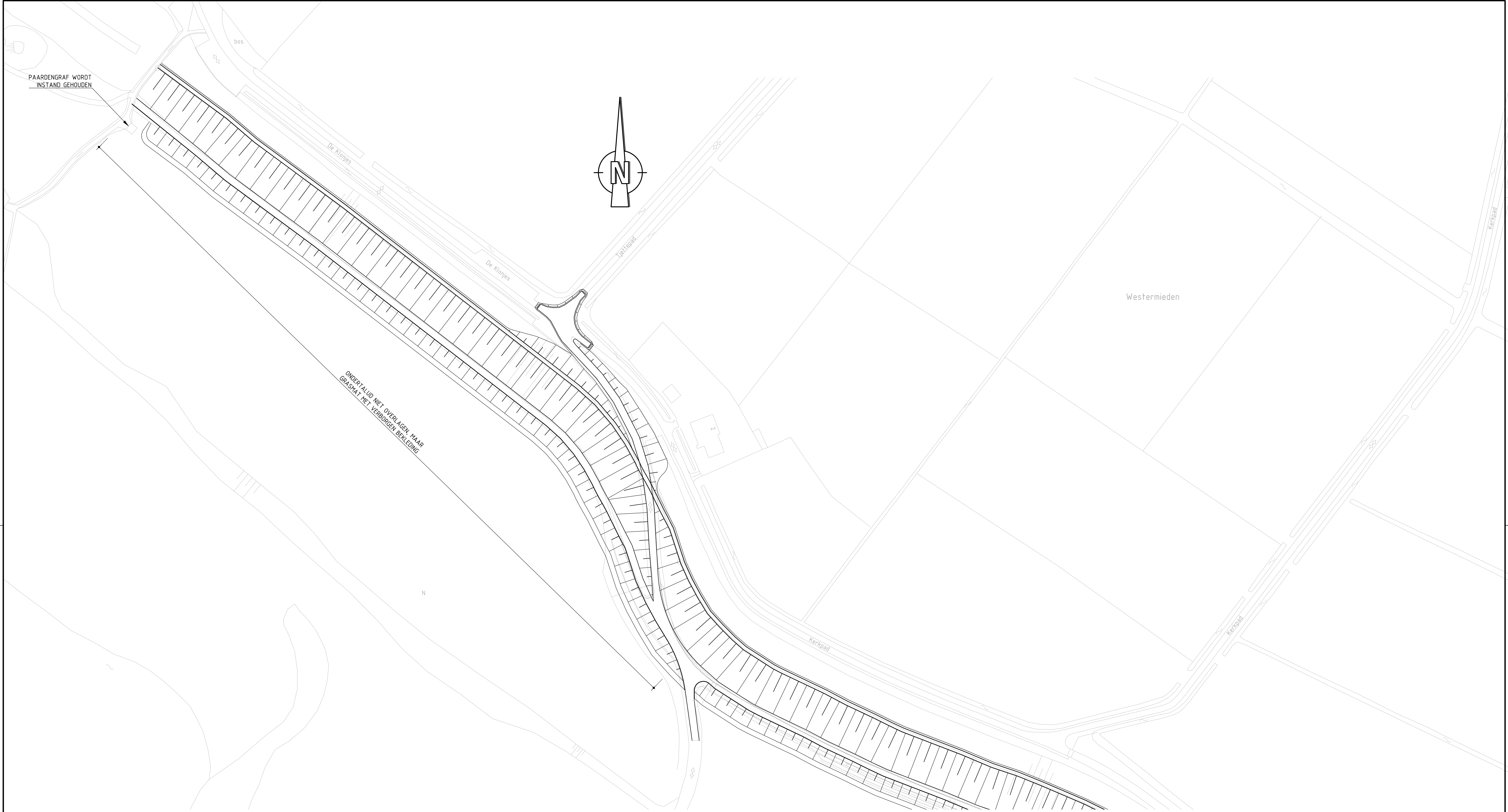


Afbeelding III.6. De veerdam (12)



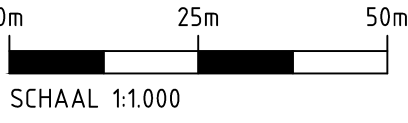
Tekening:

aansluiting dijk - duin (5)	AME5-1-2108 Bijzondere locatie: aansluiting Duindijk West - dijkvak 0
de poest (8)	AME5-1-2109 Bijzondere locatie: dijkpaal A-5.650
de stroomleidam (11)	AME5-1-2110 Bijzondere locatie: dijkpaal A-6.780
de Ballumerbocht (9)	AME5-1-2111 Bijzondere locatie: dijkpaal A-7.400
de veerdam (12)	AME5-1-2112 Bijzondere locatie: dijkpaal A-11.100
de kitesurfplaats (12)	AME5-1-2112 Bijzondere locatie: dijkpaal A-11.100
de bureensteiger (10)	AME5-1-2115 Bijzondere locatie: km 13,3 - variant
aansluiting dijk - duin (6)	AME5-1-2117 Bovenaanzicht aansluiting dijkvak 6 - Duindijk Oost



BOVENAANZICHT DIJKVAK 0 - ONTSLUITING DUINDIJK WEST

SCHAAL 1:1.000



CONCEPT

2
09-11-12

WETTERSKIP FRYSLÂN
VERSTERKING WADDENZEEDIJK AMELAND

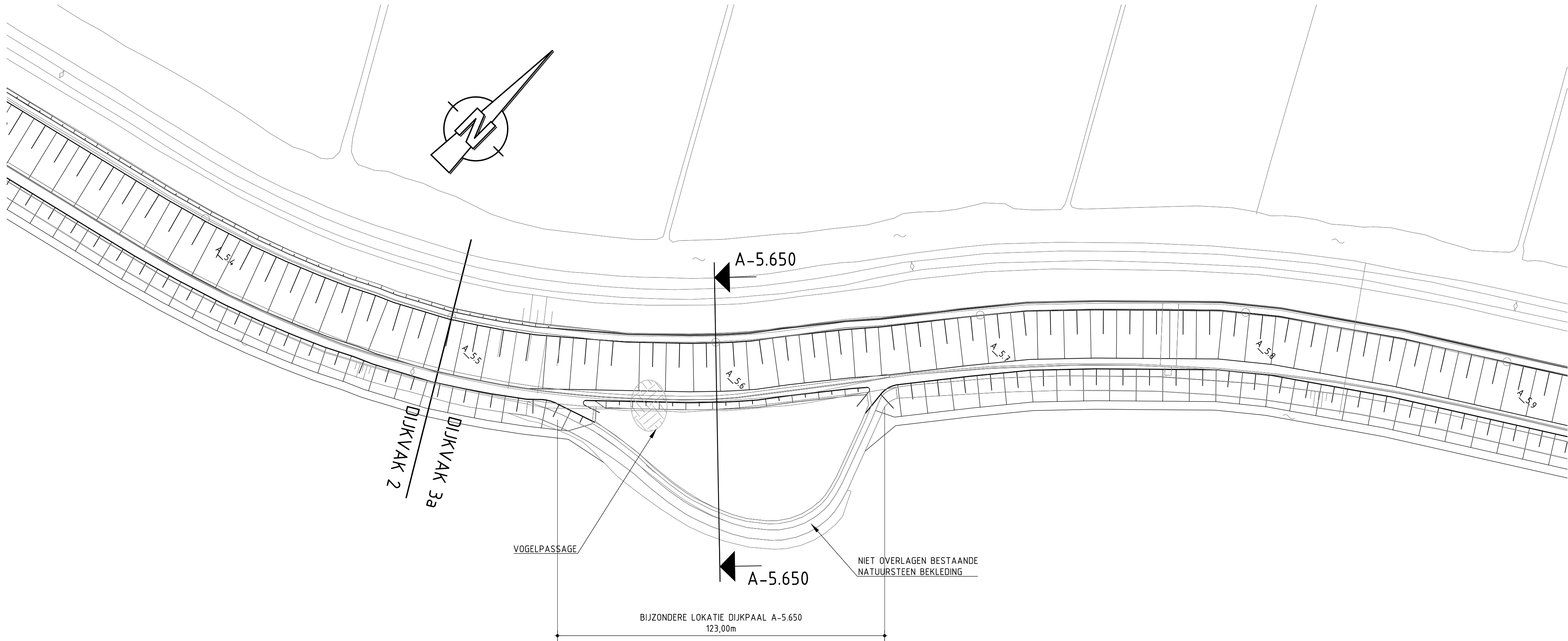
Projectplan dijkvak 0
Ontsluiting Duindijk west
Bovenaanzicht

Witteveen **Bos**

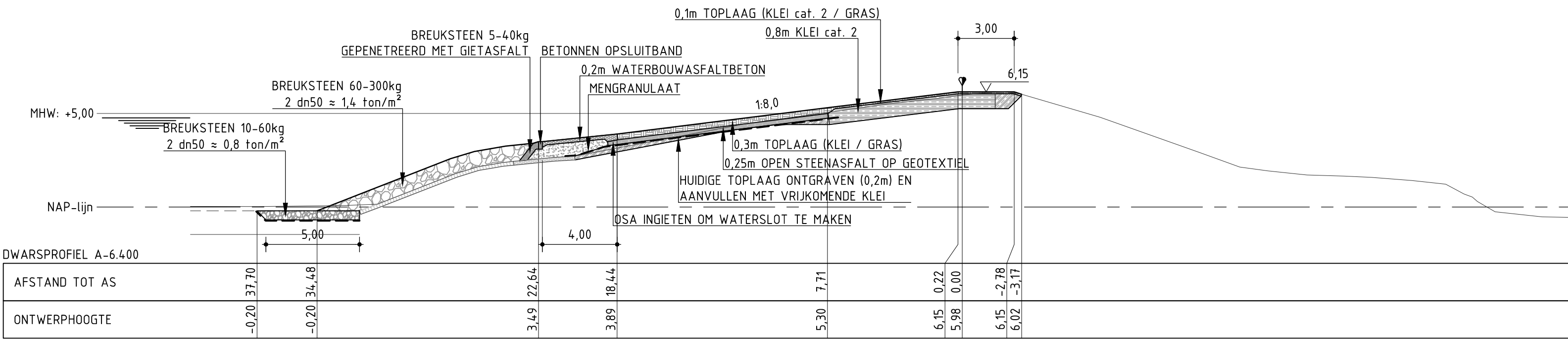
Postbus 233
7600 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Getekend ing. J. Roerade
Gecontroleerd ir. M.L. Aalberts
Goedgekeurd ir. H.J.M.A.Mols
Datum concept

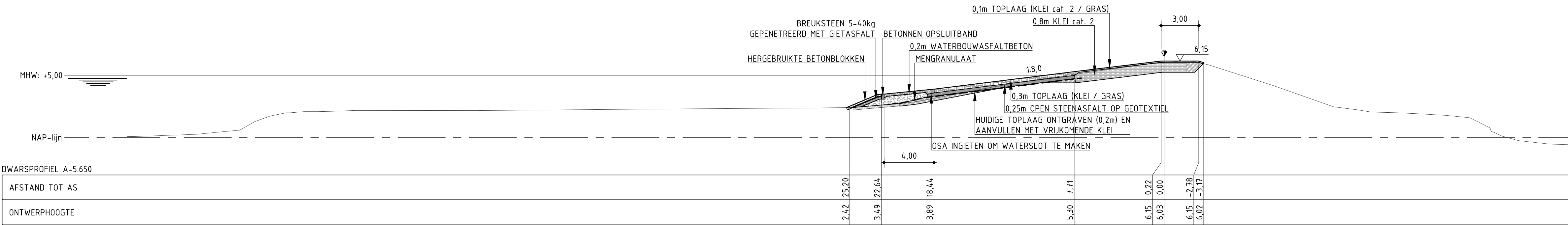
G	_____
F	_____
E	_____
D	_____
C	_____
B	_____
A	_____
Wijzigingen	
Schaal	1:1000
AME5-1-2108	
Formaat	A1



BOVENAANZICHT BIJZONDERE LOKATIE DE POEST (DIJKPAAL A-5-650)
SCHAAL 1:1000



DIJKVAK 3a
SCHAAL 1:200



DIJKPAAL A-5.650
SCHAAL 1:200

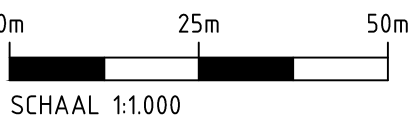
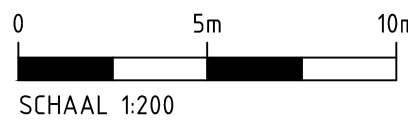
CONCEPT

3
09-11-12

OPMERKINGEN:

- Maten in meters
- Hoogtematen in meters ten opzichte van N.A.P.
- Zie tek. AME5-1-2100 voor een overzicht van de dijkvakken
- Zie tek. AME5-1-2101 voor een overzicht van alle principe ontwerpprofielen
- Breuksteen: 2700kg / m³, 40% holle ruimte

hergebruik klei uit ontgraven profiel
nieuwe klei, cat. 2



WETTERSKIP FRYSLÂN
VERSTERKING WADDENZEEDIJK AMELAND

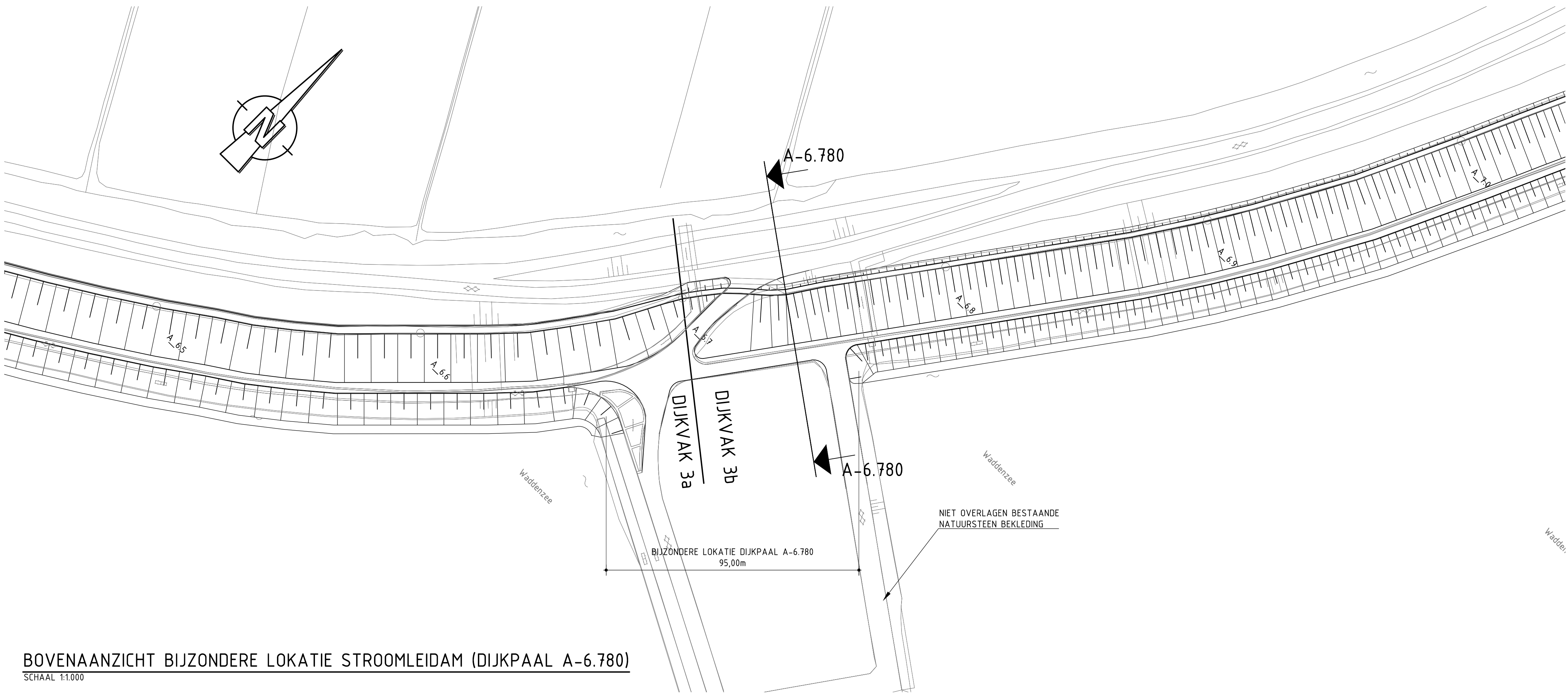
Projectplan dijkvak 3a
Bijzondere lokatie de Poest
Bovenaanzicht en dwarsprofiel

Witteveen

Bos

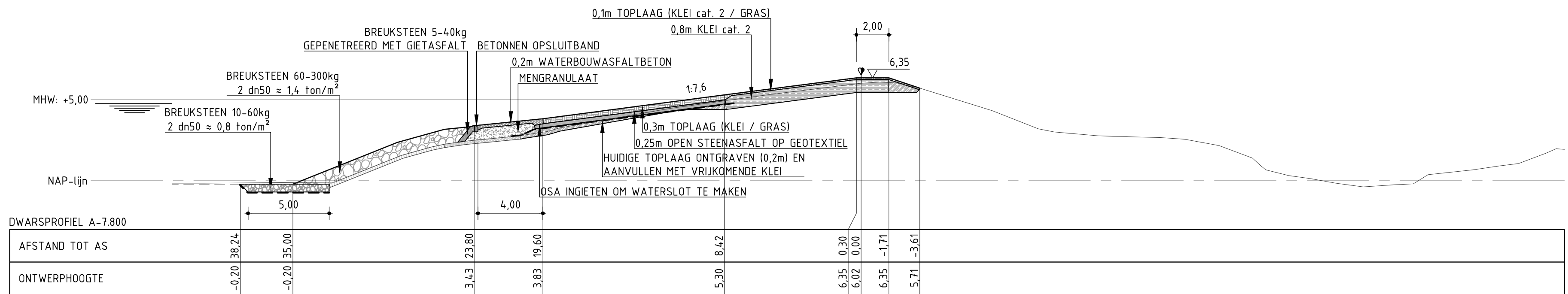
Getekend ing. J. Roerade
Gecontroleerd ir. M.L. Aalberts
Goedgekeurd ir. H.J.M.A. Mols
Datum concept

Schaal 1:200 / 1:1.000
AME5-1-2109
Formaat A0



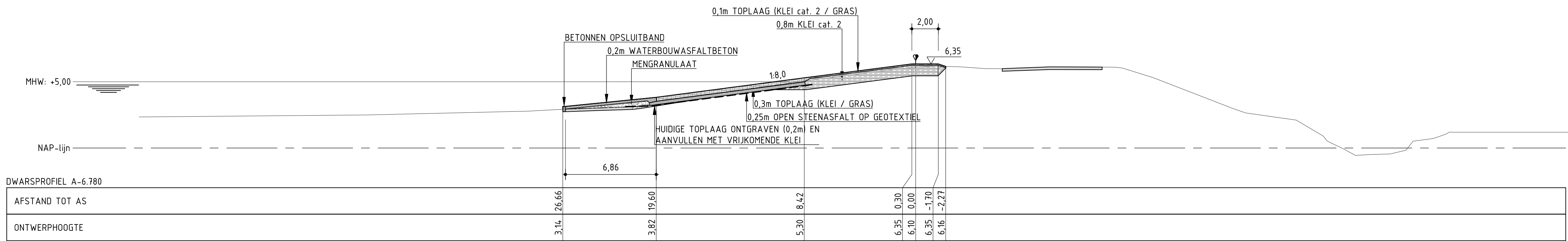
BOVENAANZICHT BIJZONDERE LOKATIE STROOMLEIDAM (DIJKPAAL A-6.780)

SCHAAL 1:1000



DIJKVAK 3b

SCHAAL 1:200



DIJKPAAL A-6.780

SCHAAL 1:200

CONCEPT

3
09-11-12

OPMERKINGEN:

- Maten in meters
- Hoogtematen in meters ten opzichte van N.A.P.
- Zie tek. AME5-1-2100 voor een overzicht van de dijkvakken
- Zie tek. AME5-1-2101 voor een overzicht van alle principe ontwerpprofielen
- Breuksteen: 2700kg / m³, 40% holle ruimte

hergebruik klei uit ontgraven profiel
nieuwe klei, cat. 2

0 5m 10m
SCHAAL 1:200

0m 25m 50m
SCHAAL 1:1000

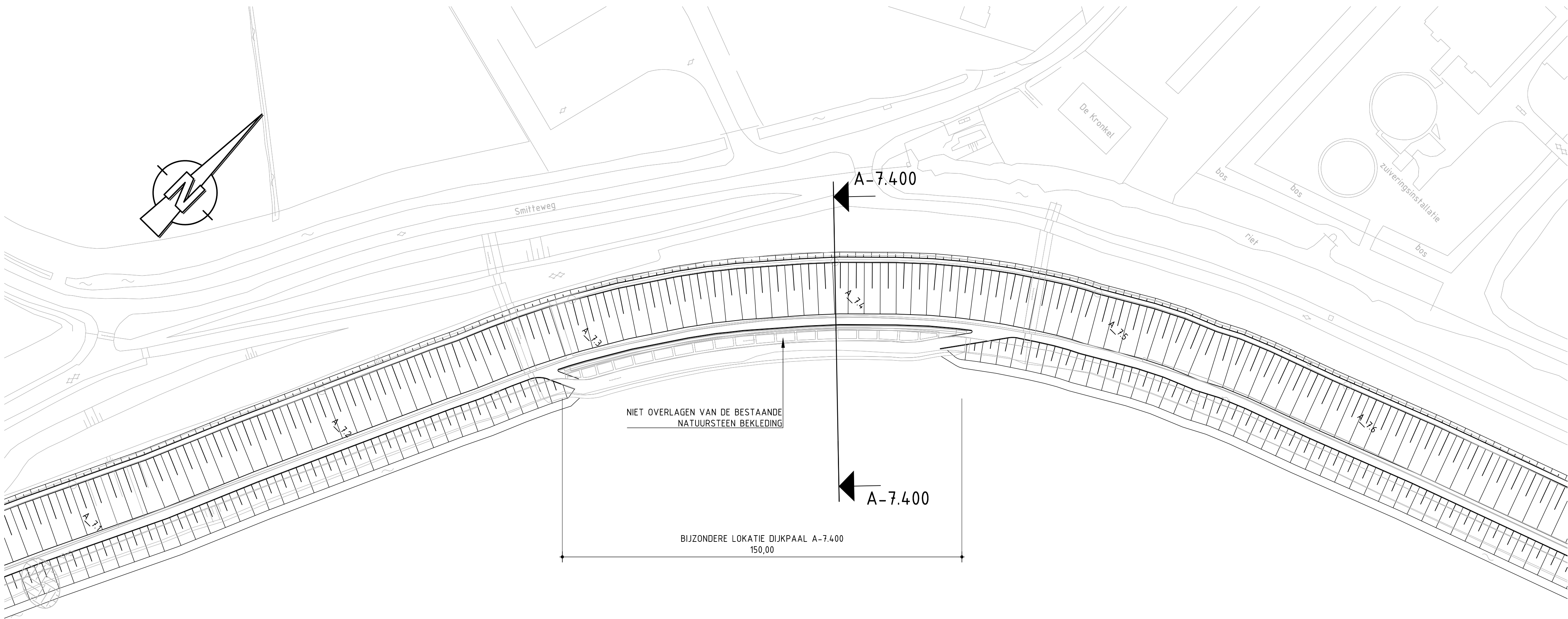
WETTERSKIP Fryslân
VERSTERKING WADDENZEEDIJK AMELAND

Projectplan dijkvak 3b
Bijzondere lokatie Stroomleidam
Bovenaanzicht en dwarsprofiel

Witteveen+Bos
Postbus 233
7600 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

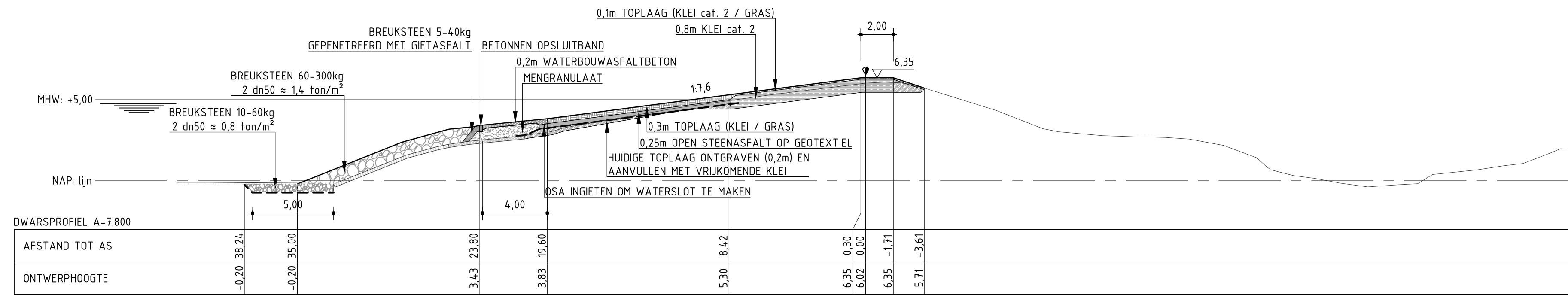
Getekend ing. J. Roerade
Gecontroleerd ir. M.L. Aalberts
Goedgekeurd ir. H.J.M.A. Mols
Datum concept

Schaal 1:200 / 1:1000
AME5-1-2110
Formaat A1



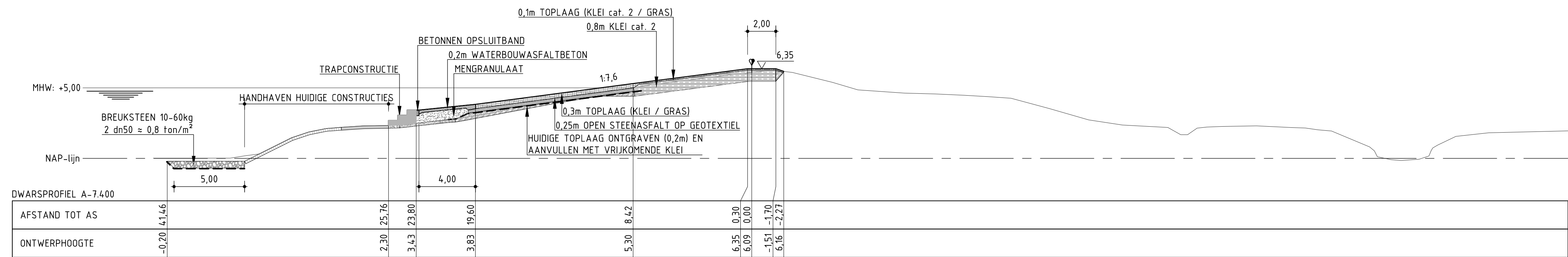
BOVENAANZICHT BIJZONDERE LOKATIE BALLUMERBOCHT (DIJKPAAL A-7.400)

SCHAAL 1:1.000



DIJKVAK 3b

SCHAAL 1:200



DIJKPAAL A-7.400

SCHAAL 1:200

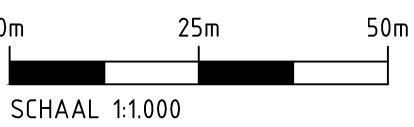
CONCEPT

3
09-11-12

OPMERKINGEN:

- Maten in meters
- Hoogtematen in meters ten opzichte van N.A.P.
- Zie tek. AME5-1-2100 voor een overzicht van de dijkvakken
- Zie tek. AME5-1-2101 voor een overzicht van alle principe ontwerpprofielen
- Breuksteen: 2700kg / m³, 40% holle ruimte

hergebruik klei uit ontgraven profiel
nieuwe klei, cat. 2



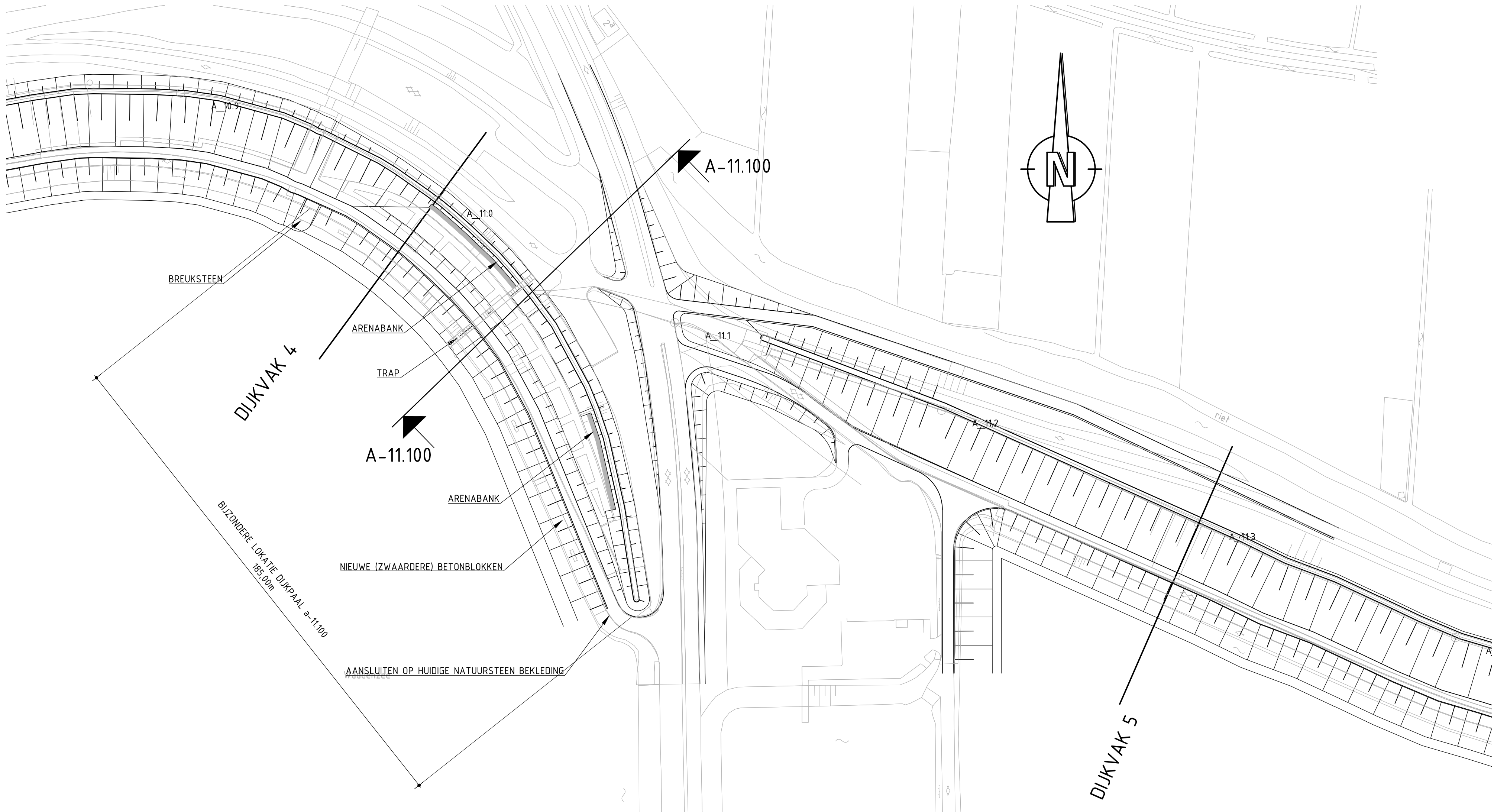
WETTERSKIP Fryslân
VERSTERKING WADDENZEEDIJK AMELAND

Projectplan dijkvak 3b
Bijzondere lokatie Ballumer bocht
Bovenaanzicht en dwarsprofiel

Witteveen+Bos
Postbus 233
7600 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

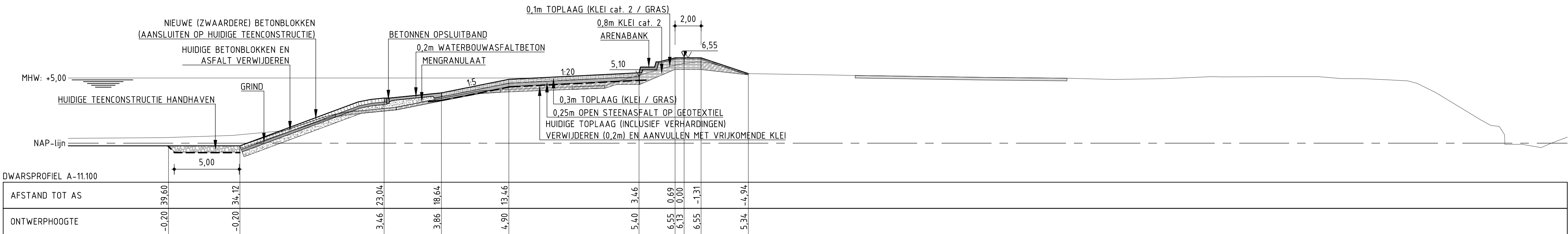
Getekend ing. J. Roerade
Gecontroleerd ir. M.L. Aalberts
Goedgekeurd ir. H.J.M.A. Mols
Datum concept

Schaal 1:200 / 1:1.000
AME5-1-2111
Formaat A0



BOVENAANZICHT BIJZONDERE LOKATIE VEERDAM (DIJKPAAL A-11.100)

SCHAAL 1:1.000



DIJKPAAL A-11.100

SCHAAL 1:200

CONCEPT

3
09-11-12

OPMERKINGEN:

- Maten in meters
- Hoogtematen in meters ten opzichte van N.A.P.
- Zie tek. AME5-1-2100 voor een overzicht van de dijkvakken
- Zie tek. AME5-1-2101 voor een overzicht van alle principe ontwerpprofielen
- Breuksteen: 2700kg / m³, 40% holle ruimte

 hergebruik klei uit ontgraven profiel
 nieuwe klei, cat. 2

0 5m 10m

SCHAAL 1:200

0m 25m 50m

SCHAAL 1:1.000

WETTERSKIP FRYSLÂN
VERSTERKING WADDENZEEDIJK AMELAND

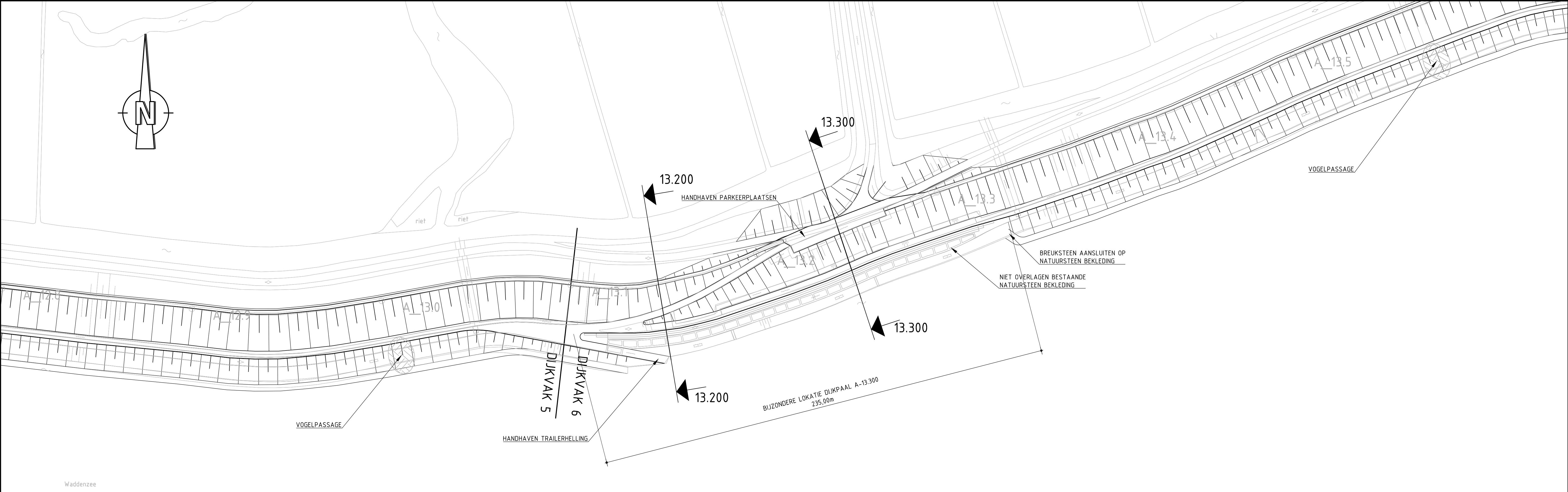
Projectplan overgang dijkvak 4 en 5
Bijzondere lokatie Veerdam
Bovenaanzicht en dwarsprofiel

Witteveen **Bos**
Postbus 233
7600 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Getekend ing. J. Roerade
Gecontroleerd ir. M.L. Aalberts
Goedgekeurd ir. H.J.M.A. Mols
Datum concept

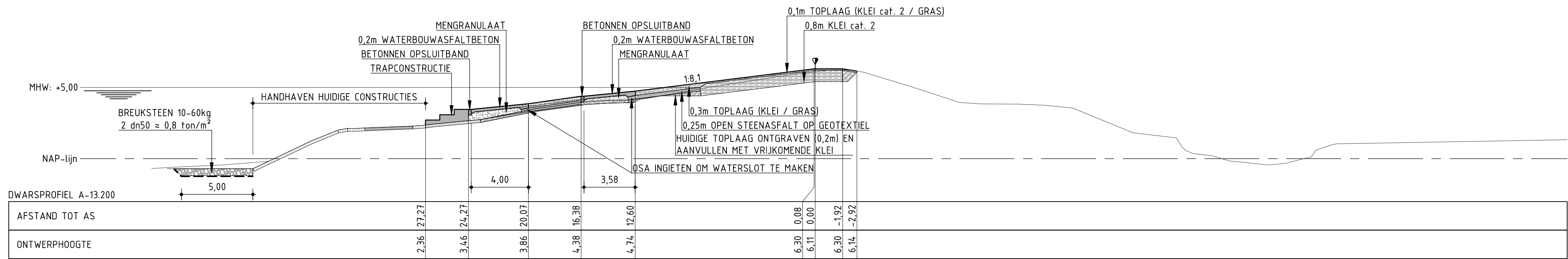
Schaal 1:200 / 1:1.000
AME5-1-2112
Formaat A1

G
F
E
D
C
B
A
Wijzigingen



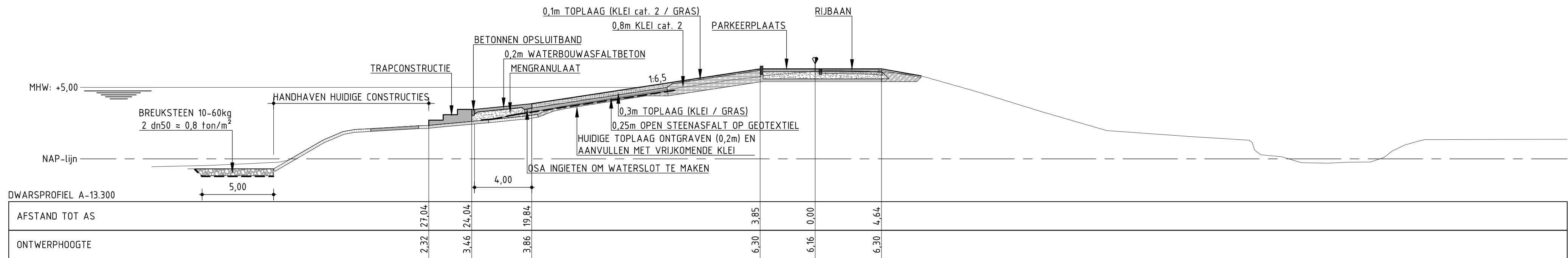
BOVENAANZICHT BIJZONDERE LOKATIE DE BURENSTEIGER (DIJKPAAL A-5.650)

SCHAAL 1:1000



DIJKPAAL A-13.200

SCHAAL 1:200



DIJKPAAL A-13.300

SCHAAL 1:200

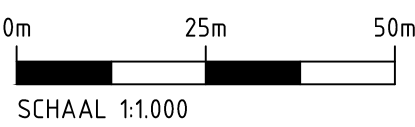
CONCEPT

3
09-11-12

OPMERKINGEN:

- Maten in meters
- Hoogtematen in meters ten opzichte van N.A.P.
- Zie tek. AME5-1-2100 voor een overzicht van de dijkvakken
- Zie tek. AME5-1-2101 voor een overzicht van alle principe ontwerpprofielen
- Breuksteen: 2700kg / m³, 40% holle ruimte

hergebruik klei uit ontgraven profiel
nieuwe klei, cat. 2



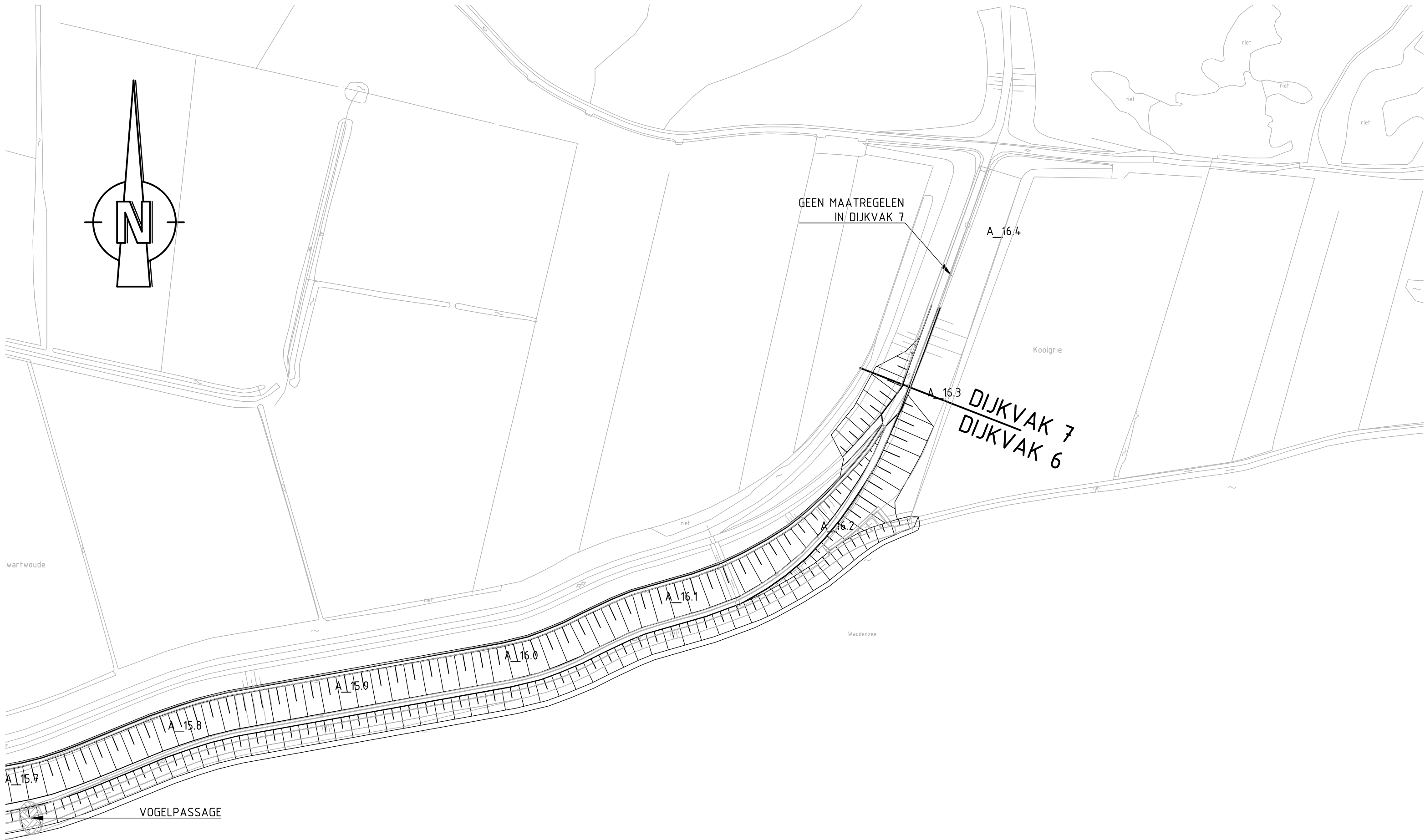
WETTERSKIP FRYSLÂN
DIJKVERSTERKING WADDENZEEDIJK AMELAND

Projectplan dijkvak 6
Bijzondere lokatie de Burensteiger
Bovenaanzicht en dwarsprofielen

Witteveen+Bos
Postbus 233
7600 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Getekend ing. J. Roerade
Gecontroleerd ir. M.L. Aalberts
Goedgekeurd ir. H.J.M.A. Mols
Datum concept

Schaal 1:200 / 1:2.000
AME5-1-2115
Formaat A1

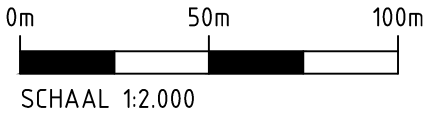


CONCEPT

2
09-11-12

BOVENAANZICHT DIJKVAK 6 – AANSLUITING DUINDIJK OOST

SCHAAL 1:2.000



SCHAAL 1:2.000

WETTERSKIP FRYSLÂN

VERSTERKING WADDENZEEDIJK AMELAND

Projectplan dijkvak 6 en 7

Aansluiting Duindijk oost

Bovenaanzicht

Witteveen

Bos

Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Getekend

Gecontroleerd

Goedgekeurd

Datum

ing. J. Roerade

ir. M.L. Aalberts

ir. H.J.M.A. Mols

concept

Wijzigingen

Schaal

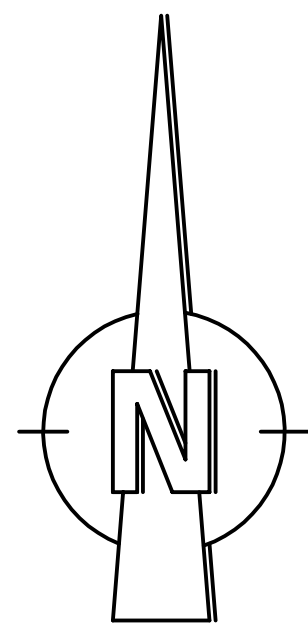
Formaat

1:2.000

AME5-1-2117

A2

BIJLAGE IV OVERZICHTSTEKENING KABELS EN LEIDINGEN EN PEILGEBIEDEN



OVERZICHT KABELS EN LEIDINGEN

SCHAAL 1:7500

OVERZICHT KABELS EN LEIDINGEN

SCHAAL 1:7500

WETTERSKIP FRYSLÂN
VERSTERKING WADDENZEEDIJK AMELAND
Kabels en Leidingen/ peilgebieden

- LEGENDA
- KABELS
 - LEIDINGEN
 - WANTELBRUIZEN
 - PERSLEIDING WF INGESETTEN
 - PERSLEIDING WF

Witteveen **Bos**
Postbus 230
7600 AC Overijssel
Telefoon: 0518 68 79 11
Telefax: 0518 68 79 44

Opdrachtgever: G. Karrenbelt
Opdrachtgever: H. Aalberts
Opdrachtgever: J. Hattings
Datum: 12-03-2009

Schaal: 1:7500
Project: AME5-1-2003
Formaat: A0

BIJLAGE V PIPING OMGANG MET ONZEKERE ONTWERPREGELS

Gedurende de ontwerpfase van de dijkversterking van Ameland zijn enkele nieuwe inzichten verkregen op het gebied van de rekenregels voor piping. In deze paragraaf wordt een korte toelichting gegeven op hoe hiermee om is gegaan.

Nieuwe inzichten piping

Deltares heeft, ook in het kader van het SBW onderzoek, onderzoek verricht aan het mechanisme piping (een sterke kwelstroming onder de dijk door die kan leiden tot het ontstaan van zandmeevoerende wellen die de dijk kunnen ondermijnen). Dit heeft geleid tot de voorlopige aanbeveling dat de huidige rekenregel Bligh onjuist is en dat de huidige rekenregel Sellmeijer aangepast moet worden. Deze aanbeveling is ook besproken in de ENW werkgroep techniek. De werkgroep heeft geen inhoudelijk bezwaar op het advies zo is gebleken in het overleg van 13 december 2010.

De functie van de beheerder is onder andere om de veiligheid van de dijken ten alle tijden te garanderen. Echter, op dit moment bestaat er nog te veel onduidelijkheid over de nieuwe rekenregels. Deltares heeft de intentie om de komende jaren verder onderzoek te doen aan de tijdsafhankelijkheid, de gelaagdheid van de ondergrond en aan de veiligheidsfactoren van deze nieuwe rekenregel. Deze onderzoeken zullen naar alle waarschijnlijkheid worden uitgevoerd binnen het SBW en duren enkele jaren. De verwachting is dat de ontwerpregels naar aanleiding van deze onderzoeken worden gewijzigd. Het is dus nu vrijwel onmogelijk om een ontwerp op te stellen met een zichtperiode van 50 jaar. De kans is aanzienlijk dat binnen de periode van 50 jaar wordt geconcludeerd dat het ontwerp op piping te fors of te beperkt is gedimensioneerd. Daarnaast is er geconcludeerd dat de methode van Bligh onjuist is en er is sterk geadviseerd door Deltares deze rekenregel niet meer toe te passen.

Herdefiniëring van de scope dijkversterking

Omdat uit de nieuwe inzichten blijkt dat de methode van Bligh onjuist is, is ervoor gekozen om een herbeoordeling van de toetsing uit te voeren van de dijkvakken die zijn beoordeeld met de methode van Bligh en deze te beoordelen met de rekenregel Sellmeijer met dezelfde uitgangspunten zoals gehanteerd in de veiligheidstoetsing van 2003. Voor de dijkvakken die hierdoor onvoldoende scores kan niet met zekerheid worden gezegd dat deze voldoen aan de wettelijke veiligheid. De scope van de dijkversterking is daarom gewijzigd om alleen voor deze dijkvakken die in de herbeoordeling onvoldoende scores een verbetertraject uit te voeren.

Hierdoor ontstaat een dijkontwerp dat (1) voldoet aan de wettelijke eisen en (2) dat de beleidsmatige onzekerheden (nieuwe rekenregel nog in ontwikkeling) niet in de weg staat. Met andere woorden, de scope wijzigt in een 'No regret'-dijkverbetering uit te voeren zolang de nieuwe pipingregel niet door het ENW is vastgesteld. Hierbij sluiten we niet de ogen voor het nieuwe inzicht dat de methode Bligh niet juist is.

Uitkomst hertoetsing Deltares

De hertoetsing is uitgevoerd door Deltares. De conclusie van Deltares in haar rapport [lit. 13.] is als volgt:

- Uit de berekeningen met de vigerende toetspeilen volgt dat bij de volgende dijktrajecten op basis van de vigerende rekenregel van Sellmeijer, rekening houdend met het slootpeil in een stormsituatie, onvoldoende kwelweglengte aanwezig is:
 - traject 3.300 - 4.600;
 - traject 5.800 - 6.000;
 - traject 6.000 - 6.800;
 - traject 6.800 - 7.100;
 - traject 12.200 - 13.400;
 - traject 13.400 - 14.800;

- traject 14.800 - 15.500;
- traject 15.500 - 16.250.

Wanneer de kwelweglengte met 20 m wordt gereduceerd, door het in rekening brengen van de hydraulische weerstand van het wad, leidt dit tot goedkeuring van een groot deel van de bovengenoemde trajecten. Slechts één traject, hieronder genoemd, blijft afgekeurd, aangezien hier een geul aanwezig is op korte afstand voor de kust cq buitenteen van de dijk. Hier is de weerstand van het wad niet of in verminderde mate aanwezig en kan de reductie van de benodigde kwelweglengte niet in rekening worden gebracht. Het kwelweglengte tekort bedraagt circa 10 m.

- traject 6.800 - 7.100.

Pipingmaatregel huidige scope

De pipingmaatregel van deze dijkversterking richt zich alleen op het traject 6.800 - 7.100 km. Dit is de locatie bij de ballumerbocht en de stroomleidam.