



Ontwerpnota Regelwerk Pannerden

Zaaknummer: 31061560

Rijkswaterstaat

7 februari 2012

Versie 1

9W7512.A0



ROYAL HASKONING
Enhancing Society



HASKONING NEDERLAND B.V.
WATER

Barbarossastraat 35
Postbus 151
6500 AD Nijmegen
(024) 328 42 84 Telefoon
(024) 360 54 83 Fax
info@nijmegen.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Ontwerpnota Regelwerk Pannerden
Zaaknummer: 31061560
Verkorte documenttitel Ontwerpnota Regelwerk
Status Versie 1
Datum 7 februari 2012
Projectnaam Regelwerk Pannerden
Projectnummer 9W7512.A0
Opdrachtgever Rijkswaterstaat, Programmadirectie Ruimte
voor de Rivier
Referentie 9W7512.A0/R0005/904358/MJANS/Nijm

Auteur(s) ir. F. (Floris) van der Ziel
Collegiale toets Ir. H.A. (Herald) Vervoorn *MW*
Datum/paraaf 7 februari 2012
Vrijgegeven door Ir. H.A. (Herald) Vervoorn *MW*
Datum/paraaf 7 februari 2012

INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Leeswijzer	2
2	ONTWERPKEUZES	3
2.1	Toelichting principe ontwerp	3
2.1.1	Algemeen	3
2.1.2	Instelbaarheid en beschikbaarheid	4
2.1.3	Veiligheid	4
2.1.4	Vormgeving	4
2.1.5	Afvoer water, sediment en ijs	5
2.2	Componenten	5
2.2.1	Grondwerk	5
2.2.2	Fundering	6
2.2.3	Kwelschermen	6
2.2.4	Betonvloer	6
2.2.5	Vleugelwanden regelwerk	6
2.2.6	Schotten	7
2.2.7	Keerwanden	7
2.2.8	Op- afritten en onderhoudswegen	7
2.2.9	Veerdam	7
2.2.10	Taludbekleding	8
2.2.11	Bodembescherming	8
3	BEREKENINGEN EN TEKENINGEN	9
3.1	Berekeningen	9
3.1.1	Waterstanden en verval	9
3.1.2	Constructie	9
3.1.3	Keerwanden, paalfundering, onder- en achterloopsheid	10
3.1.4	Debiet door regelwerk	10
3.1.5	Lekdebiet bij negatief verval	11
3.1.6	Stroomsnelheden	12
3.1.7	Bodembescherming	15
3.1.8	Taludbescherming primaire kering	18
3.1.9	Op- afritten en onderhoudswegen	18
3.2	Ontwerptekeningen	18
4	UITVOERINGSCONCEPT	19
4.1	Uitgangspunten uitvoering	19
4.1.1	Duurzaam inkopen	19
4.1.2	Ecologisch protocol	19
4.1.3	Archeologie	19
4.2	Fasering / werkvolgorde uitvoering	19
4.3	Werkzaamheden diverse onderdelen	20
4.3.1	Vorbereidende werkzaamheden en sloop	20
4.3.2	Grondwerk	20



4.3.3	Fundering	20
4.3.4	Damwanden kwelschermen	20
4.3.5	Betonvloer	21
4.3.6	Wanden regelwerk	21
4.3.7	Keerwanden	21
4.3.8	Schotten	21
4.3.9	Taludbekleding	22
4.3.10	Op- afritten en onderhoudswegen	22
4.3.11	Bodembescherming	22
4.4	Aandachtspunten	22
4.4.1	Aansluiting primaire kering	22
4.4.2	Kabels en leidingen	22
4.4.3	Kwaliteit en risico's	22
4.4.4	Werkterrein	23
4.4.5	Bereikbaarheid	23
4.4.6	Aanvoer van materieel en materiaal	23
4.4.7	Maatvoering	23
5	TESTCONCEPT	25
6	BEDIENINGSCONCEPT	27
6.1	Huidige situatie reproduceren	27
6.2	Interval beïnvloeding afvoerverdeling	28
6.3	Instellen regelwerk	28
6.4	Bedieningsprotocol	29
6.5	Meetplan	29
7	ONDERHOUDSCONCEPT	31
7.1	Doelstelling	31
7.2	Levensduur	31
7.3	Onderhoudsstrategie	32
7.4	Onderhoudstermijn	32
8	EXTERNE EN INTERNE RAAKVLAKKEN	33
8.1	Externe raakvlakken	33
8.2	Kritisch geachte omgevingsobjecten	33
8.3	Interne raakvlakken	33

BIJLAGEN

- 1: Tekeningen
- 2: Grondonderzoek (FUGRO, MOS)
- 3: Rapport 'Constructie berekening'
- 4: Notitie 'Waterstanden en verval regelwerk Pannerden'
- 5: Stroomsnelheden (plot huidige situatie, plot regelwerk open)
- 6: Notitie 'Ontwerp keerwanden, fundering, onder- en achterloopsheidschermen'
- 7: Notitie 'Lay-out en landschappelijke inpassing'

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In het najaar van 2010 is de afspraak gemaakt tussen de programmadirectie Ruimte voor de Rivier (PDR) en RWS Oost-Nederland de huidige Pannerdense overlaat te vervangen door een nieuw regelwerk zoals gebouwd bij het project Hondsbroeksche Pleij.

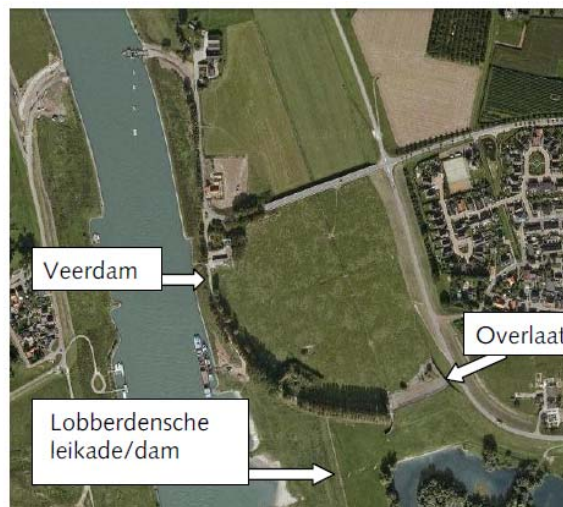
In de periode 2006 – 2009 heeft de combinatie Van den Biggelaar / Royal Haskoning succesvolle wijze het regelwerk bij Hondsbroeksche Pleij ontworpen en gerealiseerd in opdracht van Rijkswaterstaat.

De combinatie heeft sinds eind 2011 een opdracht voor het ontwerpen en uitvoeren van een regelwerk te Pannerden (Basisovereenkomst zaaknummer 31061560). De realisatie dient in 2012 plaats te vinden (buiten het hoogwaterseizoen), zodat het ontwerp eind januari 2012 grotendeels afgerond dient te worden.

De projectlocatie is gelegen aan de rechteroever van het Pannerdensch Kanaal enkele kilometers stroomafwaarts van het splitsingspunt de Pannerdense kop (rivierkilometer 867.460). De overlaat ligt in de Gemeente Rijnwaarden, ter hoogte van Pannerden (rivierkilometer 869.300), zie figuren 1 en 2 hieronder (bron: vraagspecificatie Deel 1).



Figuur 1: splitsingspunt Pannerdensch Kanaal en Waal



Figuur 2: locatie van de overlaat

De voorliggende Ontwerpnota bevat alle onderdelen die essentieel zijn om aan te tonen dat het regelwerk conform de eisen is ontworpen en kan worden uitgevoerd. Een aantal aspecten (details) en onderdelen (bv. bedieningsprotocol) zullen nog nader worden uitgewerkt in de uitvoeringsfase omdat dit nog niet mogelijk is op dit moment.



1.2 Leeswijzer

Deze ontwerpnota maakt onderdeel uit van het Technisch Management conform Vraagspecificatie Deel 2 van het werk: ‘

Het Technisch Management is gericht op het op een beheerste, expliciete en transparante wijze waarborgen van de uitvoering van het werk. Het werk bestaat uit het ontwerpproces en de daadwerkelijke uitvoering. In een separaat verificatierapport wordt aangetoond dat aan alle eisen is voldaan.

Conform Vraagspecificatie Deel 2 (VS2), paragraaf 5.1.1.2.1 en de objectenboom behandelt deze ontwerpnota (in een cluster) het systeem en de objecten Veerdam Wp 1.1 en Regelwerk Wp 1.2.

Conform Vraagspecificatie Deel 2 paragraaf 5.1.1.3.2, worden tevens de volgende onderdelen beschreven, voor zover van toepassing voor dit object:

Hoofdstuk 2: Ontwerpkeuzes;
Hoofdstuk 3: Berekening en tekeningen;
Hoofdstuk 4: Uitvoeringsconcept;
Hoofdstuk 5: Testconcept;
Hoofdstuk 6: Bedieningsconcept;
Hoofdstuk 7: Onderhoudsconcept;
Hoofdstuk 8: Externe en interne raakvlakken (incl. kritisch geachte omgevingsobjecten).



2 ONTWERPKEUZES

In dit hoofdstuk is een toelichting gegeven op het ontwerp. Eerst op hoofdlijnen een principe schets van het ontwerp en de functionaliteiten, vervolgens in meer detail per component toegelicht waarvoor deze dient.

In het verificatierapport is per eis aangegeven hoe aan de eisen wordt voldaan en waar dit terug te vinden is. Zo wordt bijvoorbeeld verwezen naar paragrafen van deze ontwerpnota. Daarom zijn in dit hoofdstuk niet alle eisen apart benoemd.

2.1 Toelichting principe ontwerp

2.1.1 Algemeen

Belangrijk aandachtspunt is dat het gaat om een regelwerk met een veelheid aan instelmogelijkheden, dat voorafgaand aan het hoogwaterseizoen in den droge ingesteld wordt, waarbij de instellingskeuze afhankelijk is van de afvoercapaciteit van de verschillende Rijntakken.

Het concept is gelijk aan dat van Hondsbroeksche Pleij en berust op:

- eenvoudig en snel in te stellen, maar zonder speciale bewegingswerken;
- betonnen panelen in de constructie 'opgeslagen' die als schotten kunnen worden ingezet;
- robuuste constructie, nauwelijks of geen onderhoud, onderdelen met een levensduur van > 100 jaar.

Door de gehele stroomvoerende breedte van 160 m te verdelen in 32 openingen van 5 m, die in 5 schotten op elkaar kunnen worden dichtgezet, is er een veelheid aan instelmogelijkheden. Tevens is een gestaffelde instelling mogelijk. Zie verder de hydraulische berekeningen in hoofdstuk 3 en bedieningsconcept in hoofdstuk 6.

Het regelwerk wordt ingesteld met een telekraan (uitgerust met een tweesprong en zogenaamde 'knobbelhaken') en een extra persoon voor het aan- en afhaken. Deze knobbelhaken zijn zeer gangbaar omdat alle leveranciers van prefab beton dezelfde hijsankers gebruiken. In de schotten zijn 7-tons ankers toegepast. Op deze wijze worden de schotten eenvoudig en doeltreffend opgepakt en weggezet. Het werken met een hydraulische kraan en speciaal hijswerktuig wordt afgeraden omdat de kering 5 m hoog is en het niet mogelijk is met een standaard hydraulische kraan gepositioneerd op één positie op de onderhoudsweg deze beweging te maken. Bijstellen vanaf een ponton is geen eis voor het regelwerk Pannerden.

De vleugelwanden hebben een dikte van 50 cm, dit resulteert in een totale lengte van 176,5 m voor het regelwerk. De grondkerende constructies aan beide zijanten van het Regelwerk bij de Veerдам en de primaire kering, de Rijndijk, zorgen voor een goede geleiding van stroming, sediment en ijs nabij het regelwerk.



2.1.2 Instelbaarheid en beschikbaarheid

Het regelwerk dient vooraf ingesteld te worden en kan niet bijgesteld worden tijdens hoogwater. Zie ook het bedieningsconcept, hoofdstuk 6.

2.1.3 Veiligheid

De constructie is vanaf het maaiveld in de hoogwatergeul vrij toegankelijk voor het instellen van het regelwerk en derhalve robuust ontworpen.

De schotten met een gewicht van circa 2,4 ton zijn individueel opgesteld en kunnen niet worden gekanteld of verschoven door personen. De wanden hebben geen uitstekende delen en zijn als zodanig moeilijk te 'beklimmen'.

Als de schotten in het regelwerk hangen, zouden personen op de bovenzijde het regelwerk kunnen betreden. Omdat dit ongewenst is, zal er een hekwerk worden geplaatst waardoor betreden van het gedeelte juist voor het regelwerk door onbevoegden niet mogelijk is. Dit hekwerk zal nader worden gedetailleerd in de uitvoeringsfase, op advies van de landschapsarchitect.

De afritten vanaf de keringen naar het regelwerk liggen niet direct langs de keerwanden. Echter omdat betreding van de taluds wel mogelijk is, zijn de geleidewanden voorzien van een deksloof / muur van 1 meter hoogte als valbeveiliging.

2.1.4 Vormgeving

In de notitie "Layout en landschappelijke inpassing regelwerk Pannerden", zie bijlage 6, is de vormgeving en landschappelijke inpassing van het regelwerk toegelicht en het advies van de landschapsarchitect. Hieronder worden enkele aspecten naar voren gehaald.

De functie van het regelwerk (water doorlaten en/of keren) is duidelijk zichtbaar en het concept sluit qua landschappelijke inpassing goed aan bij soortgelijke constructies in de uiterwaarden, zoals de kunstwerken van de IJssellinie.

Bovendien is het regelwerk vergelijkbaar met Honsbroeksche Pleij. Het wordt 1,0 m hoger en de wanden worden iets dikker (0.5 m i.p.v. 0.35 m). Een aantal details is iets gewijzigd. Op de kopse kanten van de vleugelwanden is geen hakorit wrijfstijl aangebracht, want er is geen eis voor bijstellen met een ponton. Het RVS profiel op de bovenzijde is niet nodig, omdat de er nu voldoende ruimte is om inkassing aan de bovenzijde van de vleugelwanden te maken waarin de panelen worden weggezet.

Het ontwerp is eenduidig in materiaalgebruik en vormgeving. Het aantal materialen in type en soort geminimaliseerd, waardoor het beeld rustig blijft.



De locatie van het regelwerk is zo optimaal mogelijk gekozen gelet op verschillende eisen en de beschikbare ruimte en aansluitingen op de Veerdam en primaire kering. De totale lengte is 176,5 m (32 openingen van 5 m en 33 tussenwanden van 0,5 m dikte) en heeft een vloeiende aansluiting op de huidige Veerdam / Lobberdensche Leikade en de primaire waterkering. De keerwand langs de primaire kering staat in de teen van het talud.

In de kruin van veerdam wordt een achterloopsheidscherm aangebracht (visueel een betonnen muur haaks op regelwerk tot NAP+17,0 m) en bij de aansluiting wordt de Veerdam verlaagd tot NAP+16,0 m zodat er een valbeveiliging van 1 m aanwezig is vergelijkbaar met de aansluiting langs de primaire kering.

2.1.5 Afvoer water, sediment en ijs

In principe kunnen drijvende voorwerpen en ijs, indien een opening open staat, door het regelwerk heen drijven. Als het regelwerk gesloten is, is er geen stroming en zullen er niet veel drijvende voorwerpen zijn en weinig of geen snelheid hebben. De betonnen schotten zullen in vrijwel alle gevallen dergelijke krachten kunnen opnemen, maar indien dit incidenteel niet het geval is kan een beschadigd schot worden vervangen door een reserveschot.

Bij zeer zware, zeer zelden voorkomende ijsbelasting kan er sprake zijn van een gecontroleerd bezwijken, waarbij een aantal betonnen schotten bezwijken, maar de hoofdconstructie zal niet bezwijken.

De maximaal toelaatbare belasting op de schotten bedraagt een massa van 1500 kg, behorend bij een stroomsnelheid van 2,0 m/s. Daardoor blijven de krachten op het regelwerk zelf beperkt.

Deze principes zijn aangehouden gelijk aan die voor het regelwerk Hondsbroeksche Pleij.

2.2 Componenten

2.2.1 Grondwerk

De drempel van het regelwerk ligt op NAP +12,0 m. Het huidige maaiveld ligt op circa NAP +11,4 m. Ter plaatse van de huidige overlaat ligt een drempel oplopend tot NAP+13 m. Voor de constructie van het regelwerk zal de toplaag afgegraven worden, evenals een deel van de Veerdam en de huidige overlaat. De onderhoudswegen liggen direct langs het regelwerk op drempelhoogte (NAP+12m). Het maaiveld beneden- en bovenstrooms van deze onderhoudswegen zal vloeiend worden aangesloten (onder helling van ca: 1:10 of meer) op bestaande maaiveldhoogte van circa NAP +11,4 m binnen de systeemgrenzen.

Benedenstrooms van het regelwerk wordt de uiterwaard afgegraven voor het aanleggen van een verdiepte bodembescherming (op soortgelijke wijze als bij Hondsbroeksche Pleij).



2.2.2 Fundering

Gezien de bodemopbouw, is een paalfundering nodig. Per vleugelwand zijn 4 palen voorzien, waarvan 2 schoor 1:5. Hiermee worden zowel de druk- als trekkrachten en de horizontale krachten opgenomen tengevolge van het verval dat optreedt als het regelwerk gesloten is.

2.2.3 Kwelschermen

Door het toepassen van een kwelscherm onder het regelwerk wordt onderloopsheid voorkomen. De achterloopsheid wordt voorkomen door kwelscherm in het verlengde van het regelwerk, aansluitend in de primaire kering en in de Veerdam. Beide schermen zitten (grond)waterdicht aan elkaar.

2.2.4 Betonvloer

De vloer van het regelwerk bestaat uit een werkvloer en daarbovenop de uiteindelijke betonvloer die de drempel van het regelwerk vormt. De prefab wandelementen zijn ingegoten (in de vloer) met een natte voeg nadat de wapening op de juiste wijze is aangebracht. De betonvloer geleidt de krachten vanuit de wanden naar de paalfundering.

2.2.5 Vleugelwanden regelwerk

Het regelwerk is opgebouwd uit vleugelwanden iedere 5 meter, waartussen de schotten worden geplaatst als het gesloten is of waar de schotten bovenop staan. De wanden zijn 0.5 m dik zodat er voldoende ruimte is om de verbinding te maken tussen de wanden en de vloer.

De maatvoering van de wanden voldoet aan de hoogte conform de eisen (5.1.1-01; 5.1.1-06). De bovenzijde van de schotten komt ligt op NAP+17.35 m, de kerende hoogte is NAP+17 m (maximale waterstand). Ter plaatse van de sponning voor de schotten is de hoogte NAP+17,65 m. Het resterende deel van de wanden heeft een hoogte van NAP+17 m.

In geopende toestand worden de schotten geplaatst op een niveau van NAP+16.50 (0.20 m boven MHW (NAP+16.30 m), conform eis 5.1.1-06). Hierbij wordt opgemerkt dat volgens de hydraulische berekeningen de waterstand bij het regelwerk, ook als dit gedeeltelijk open is, hoger is dan NAP+16.50 m en er in feite dus geen vrije opening is tussen de onderkant van de schotten en MHW.



2.2.6 Schotten

De schotten zijn van beton en op de kopse kanten afgewerkt met hakorit strips. Ten behoeve van het lekdebiet zijn er ook aan de onderzijde nokken voorzien van 1 cm, zodat de kieren voldoende zijn om het negatief verval beperkt te houden.

Conform eis 5.2.3-12 worden 66 schotten geleverd bij oplevering. Zie ook paragraaf 6.1. Voor instelling conform de huidige situatie zouden in er ieder geval 96 schotten aanwezig moeten zijn, maar voor de zekerheid aanbevolen om dit te verhogen tot 116.

2.2.7 Keerwanden

Conform de eisen dient een verticale (keer)wand aan weerszijden van het regelwerk te worden ontworpen en gerealiseerd ter aansluiting op de primaire waterkering en de Veerdam. Achter de keerwanden langs de primaire kering zal grond aangebracht worden als ophoging op het talud.

Omdat er een verticale (keer)wand is vereist (en niet een schuine vallende muur), staat er bij MHW situaties op enige afstand van het regelwerk water op talud dat niet meestroomt. Als de keerwand direct voor en achter het regelwerk in hoogte afneemt, zal de overgang tussen stromend en stilstaand water vrij dicht bij het regelwerk liggen. Door de keerwanden over enige afstand op hoogte te houden zal de overgang tussen stromend en stilstaand water verderaf liggen van het regelwerk, waardoor het gevaar van eventuele erosie afneemt en de geleiding van water, sediment en ijs zo optimaal mogelijk is. Dit geldt met name voor de benedenstroomse zijde langs de primaire kering.

Direct voor de keerwanden is een strook bodembescherming aanwezig van tenminste 5 m breed, zodat er hier geen kans bestaat op erosie.

2.2.8 Op- afritten en onderhoudswegen

De onderhoudswegen / afritten sluiten vloeiend aan op de primaire kering. Zowel aan boven- als benedenstroomse zijde van het regelwerk gaat de op-/ afrit direct achter de keerwand onder een helling van 1:10 naar de kruin van de dijk.

De onderhoudswegen liggen direct langs het regelwerk op drempelhoogte (NAP+12m). Het maaiveld beneden- en bovenstrooms van deze onderhoudswegen zal vloeiend worden aangesloten (onder helling van ca: 1:10 of meer) op bestaande maaiveldhoogte van circa NAP +11,4 m binnen de systeemgrenzen.

2.2.9 Veerdam

De Veerdam zal stabiel worden opgeleverd en zal aan de buiten- als de binnenkant water, sediment en ijs kunnen geleiden zonder dat hierbij erosie optreedt. De keerwanden vormen een harde scheiding en zijn onder een hoek van 1:8 met de stroming geplaatst voor optimale geleiding.

Ook zal de Veerdam het systeem (de overlaat) bereikbaar houden ten behoeve van recreatie, inspectie en onderhoudswerkzaamheden omdat de huidige situatie niet veranderd wordt (afritten blijven hetzelfde).



2.2.10 Taludbekleding

Primaire kering

In de huidige situatie ligt op het buitentalud van de primaire kering een bekleding van zeskant blokken. Deze zijn overgroeid met gras in de loop der jaren, maar volgens het Waterschap is dit niet de wens bij een nieuwe bekleding.

De toplaag van de taludbekleding zal bestaan uit basaltblokken (of gelijkwaardig). Het waterschap Rijn en IJssel heeft in aan de benedenstroomse zijde langs de primaire kering bij het regelwerk Hondsbroeksche Pleij ook een bekleding van basaltblokken (H200) laten toepassen.

Deze bekleding wordt aangesloten op de bestaande bekleding op de dijk.

Veerdam

Talud van de Veerdam zal afgewerkt worden overeenkomstig de huidige situatie. Uitgangspunt waar deze hersteld wordt is een kleilaag van 0,5 m categorie 3, ingezaaid met een geschikt grasmengsel.

2.2.11 Bodembescherming

De bodembescherming is zodanig ontworpen worden dat deze is afgestemd op het draaiboek voor instelmogelijkheden van het regelwerk. Over de gehele lengte wordt direct voor en achter het regelwerk de eerste 5,0 m van de bodem vastgelegd door de inspectie / onderhoudsweg die als een asfalt bodembescherming kan worden beschouwd. Aan de benedenstroomse kant wordt langs de weg overal een strook bodembescherming aangebracht van tenminste 5 m breedte.

Ter plaatse van het vertical slot (maatgevend voor de stroomaanval op de bodem) en het deel dat als eerste geopend wordt, is aansluitend aan het regelwerk een bodembescherming ontworpen. Waar de stroomsnelheid dichtbij het regelwerk hoger is dan ca. 2 m/s wordt een bodembescherming (gepenetreerde lichte breuksteen op geotextiel) aangebracht. Waar de stroomsnelheid lager is en/of op grotere afstand van het regelwerk vormt een goede grasmat op een kleilaag de bodembescherming. Uitgangspunt waar deze hersteld wordt is een kleilaag van 0.5 m categorie 3, ingezaaid met een geschikt grasmengsel.

Er is gekozen voor een verdieping achter het regelwerk ter plaatse van het vertical slot en het aansluitende deel dat als eerste wordt opengezet. Door een geleidelijke verdieping (talud 1:10) laat de stroom hier niet los en neemt de stroomsnelheid dus af naarmate een grotere diepte aanwezig is.

Door toepassing van een geotextiel onder de breuksteen wordt bij eventuele scheuren uitspoeling voorkomen en de resterende stukken zijn i.i.g. nog voldoende groot om de stroomsnelheden te weerstaan. Voor de hoeveelheden geldt dat er vol en zat wordt gepenetreerd.



3 BEREKENINGEN EN TEKENINGEN

3.1 Berekeningen

3.1.1 Waterstanden en verval

De waterstanden en het verval zijn berekend zoals voorgelegd in de notitie "Waterstanden en verval regelwerk Pannerden" van 21 december 2011, terug te vinden in Bijlage 4.

Middels de notitie is vastgesteld dat regelwerk dient te worden ontworpen voor een verval van maximaal 1,3 m bij een afvoer van Q_{lobith} 16.000 m³/s met een bovenwaterstand van NAP+17,0 m en benedenwaterstand van NAP+15,7 m. Dit sluit aan op de eis 5.1.1-03 van de Vraagspecificatie Deel 1, dat de waterkerende hoogte op tenminste NAP+17,0 m ligt. Deze waterstanden en het verval zijn maatgevend voor de constructie.

In werkelijkheid zullen alle waterstanden afnemen tengevolge van rivierverruimende maatregelen en zou het regelwerk dus vrijwel geen opstuwing verder bovenstrooms moeten veroorzaken. Daarom zou ook gerekend kunnen worden met een verval van maximaal 1,3 m bij een bovenwaterstand van NAP+16,75 m en benedenwaterstand van NAP+15,45 m. Voor de bodembescherming is deze situatie maatgevend gezien de lagere waterstand benedenstrooms.

Opmerking 1

Volgens de vraagspecificatie eisen (5.1.1-01; 5.1.1-06) is MHW gelijk aan NAP+16,30 m. In geopende toestand worden de schotten geplaatst op een niveau van NAP+16.50 (0.20 m boven MHW (NAP+16.30 m), conform eis 5.1.1-06).

Hierbij wordt opgemerkt dat volgens de hydraulische berekeningen de waterstand bij het regelwerk, ook als dit gedeeltelijk open is, hoger is dan NAP+16.50 m en er in feite dus geen vrije opening is tussen de onderkant van de schotten en MHW.

Opmerking 2

De Veerdam heeft in de huidige situatie een kruinhoogte van ca. NAP+16,50 m. Dit betekent dat in de referentieberekening al water over de kruin stroomt. In geval van toename van de waterstanden tot NAP+17 m neemt dit verder toe. Het toetsen van de veiligheid van de Veerdam ten aanzien van een verval van ca. 1.3 m en (tijdelijke) overstroming van de kruin en binnentalud, vallen buiten deze opdracht. Het regelwerk wordt aangesloten met een achterloopsheidscherm in de kruin van de Veerdam over een lengte van ca. 14 m. De hoogte van dit scherm is NAP+17 m.

3.1.2 Constructie

De ontwerpberekeningen voor het bepalen van dimensies, sterkteparameters, etc. van het regelwerk – paalfundering, vloer, wanden, schotten – zijn toegevoegd als Bijlage 3 bij deze ontwerpnota.



3.1.3 Keerwanden, paalfundering, onder- en achterloopsheid

De ontwerpberoeeningen voor het bepalen van dimensies, sterkteparameters, etc. van de keerwanden, paalfundering, onder- en achterloopsheidschermen zijn toegevoegd als Bijlage 6 bij deze ontwerpnota.

Er is een berekening gemaakt voor een verschillende principe doorsneden. Voor de berekeningen is uitgegaan van een bepaald type damwand en ankers, hiervoor geldt echter dat dit ook gelijkwaardige producten kunnen zijn die de belastingen kunnen weerstaan. In geval van eventuele aanpassingen zullen deze in detailleringfase worden onderbouwd.

De keerwand aan de primaire kering varieert van een AZ25, AZ18 tot AZ13, waarbij deze niet meer verankerd behoeft te zijn als de kerende hoogte minder is dan 1 m. In de berekening is uitgegaan van extra ankerkrachten ten gevolge van zettingen.

De keerwand aan de Veerdam varieert van een AZ18 tot AZ13, waarbij deze niet meer verankerd behoeft te zijn als de kerende hoogte minder is dan 1,5 m. Bij de Veerdam is geen sprake van aanvulling en worden er dus geen extra ankerkrachten ten gevolge van zettingen meegenomen.

Voor de onderloopsheid is een scherm voorzien van 1,5 m beneden de onderkant vloer. De achterloopsheidschermen zijn tenminste 10 m lang vanaf de in- en uittredepunten, zodat deze ca. 14 zullen zijn vanaf het regelwerk.

3.1.4 Debiet door regelwerk

Regelwerk open

Bij een geheel open regelwerk stroomt er circa 1.530 m³/s door het regelwerk. (WAQUA berekening met een vrije afvoerdeling conform Bijlage 4). Totale afvoer door de Pannerdensch Kanaal is op dat moment 5.834m³/s. Er stroomt dus ca. 26% door het regelwerk.

Regelwerk open als vertical slot

Voor het berekenen van het debiet door (een deel van) het regelwerk kan gebruik gemaakt worden van de volgende vergelijking:

$$Q = \mu \cdot A \sqrt{2 \cdot g \cdot z}$$

met:

Q = debiet [m³/s]
μ = afvoercoëfficiënt [-]
A = natte oppervlak (H·B) [m²]
g = zwaartekrachtsversnelling = 9,81 m/s²
z = verval (dH) [m]

De afvoercoëfficiënt wordt bepaald door de intreeweerstand ξ_i , het wrijvingsverlies ξ_w en de uittreeweerstand ξ_u . De in- en uittreeweerstand worden beïnvloed door de vorm van de in- en uitstroomopening.



Voor de afvoercoëfficiënt geldt de volgende vergelijking:

$$\mu = 1 / \sqrt{(\xi_i + \xi_w + \xi_u)}$$

De situatie met een groot verval waarbij een klein debiet door het regelwerk wordt doorgelaten is maatgevend voor het regelinterval. Stel hiervoor dat er 1 opening open is, in het midden van het regelwerk. In deze situatie staat het water verder bovenstrooms nagenoeg stil en stroomt het naar de opening van het regelwerk toe, waarbij er dus versnelling optreedt. Vanuit de opening komt het weer in grotendeels stilstaand water en treedt er dus vertraging op. Hiervoor kan voor de intreeweerstand ξ_i een waarde van 0,5 worden aangehouden, voor de uittreeweerstand ξ_u een waarde van 1,0 en het wrijvingsverlies (tussen de betonwanden) kan worden verwaarloosd. De waarde van de afvoercoëfficiënt μ wordt dan ca. 0,8. Naarmate het regelwerk verder geopend is neemt de waarde toe tot ca. 1,0 als het gehele regelwerk open staat.

De schotten zijn 5,0 m breed, met een verval van 1,3 m en waterstand van 3,45 m (benedenwaterstand NAP +15,45 m – drempel NAP +12,0 m) geeft een maximaal debiet van 70 m³/s door het vertical slot (Dit debiet is niet het daadwerkelijk optredende debiet, maar is conservatief hoog gekozen voor de berekening van de stroomsnelheden.)

3.1.5 Lekdebet bij negatief verval

De verwachtingswaarde voor toename van de rivierwaterstand is in extreme situaties circa 1,0 m/dag, ofwel 0,05 m/uur. Bij lagere afvoerpieken of waterstandstoename met een zeer kleine kans van voorkomen kan dit oplopen tot maximaal circa 0,1 m/uur.

Aangezien het water via de benedenstroomse zijde naar het regelwerk stroomt, ontstaat er een negatief verval over het regelwerk indien het regelwerk volledig dicht zou zijn. In het geval alle schotten geplaatst zijn, dient dit negatief verval beperkt te blijven (conform eis 5.1.2-03).

Onder de schotten worden 'hakorit' nokken van 1 cm dik geplaatst, waardoor er kieren van 1 cm tussen de schotten ontstaan, Hierdoor is het lekdebet voldoende om het verval te beperken tot maximaal 0,5 m bij een waterstand van rond de NAP+14,0 m. Als de waterstand nog hoger wordt, zal het verval niet meer toenemen omdat dan de totale oppervlakte van de kieren steeds groter wordt (er stroomt door meer kieren water).

Voor de oppervlakte (kombergingsgebied) binnen het regelwerk en de Zorgdijk, is uitgegaan van circa 350.000 m². Samen met het lekdebet wordt hier de waterstand bepaald voor het regelwerk bepaald, dat weer het negatief verval geeft over het regelwerk. Het lekdebet is berekend volgens de vergelijking in de vorige paragraaf, met een intree- uittree en wrijvingsverlies door de spleten een afvoercoëfficiënt van 0,7.

In onderstaande tabel zijn de berekeningsresultaten opgenomen.



Tabel 3.1: Berekening lekdebiet

		kier 1	kier 2	kier 3	kier 4	kier 5
z (neg. verval)	m	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
mu (afv. coeff.)	-	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
A (kier opening)	m ²	1.6	3.2	4.8	6.4	8
(2gz) ^{0.5}	m/s	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
Q	m ³ /s	1.57	3.14	4.71	6.28	7.84
Q	m ³ /h	5648	11295	16943	22591	28238
dH/dt (Zorgdijkplas)	m/h	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08
z (neg. verval)	m	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
mu (afv. coeff.)	-	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
A	m ²	1.6	3.2	4.8	6.4	8
(2gz) ^{0.5}	m/s	2.21	2.21	2.21	2.21	2.21
Q	m ³ /s	2.48	4.96	7.44	9.92	12.40
Q	m ³ /h	8930	17860	26789	35719	44649
dH/dt (Zorgdijkplas)	m/h	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13
z (neg. verval)	m	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
mu (afv. coeff.)	-	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
A	m ²	1.6	3.2	4.8	6.4	8
(2gz) ^{0.5}	m/s	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13
Q	m ³ /s	3.51	7.02	10.52	14.03	17.54
Q	m ³ /h	12629	25257	37886	50514	63143
dH/dt (Zorgdijkplas)	m/h	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18

Uit bovenstaande blijkt dat indien het verval 0,25 m is, bij lagere waterstanden de toename van de waterstand in de tijd (dH/dt) in het gebied achter het regelwerk (toename van de waterstand in komberginsgebied) iets kleiner is dan de toename op de rivier waardoor het verval in extreme situaties verder kan oplopen.

Het verval zal echter niet verder oplopen dan 0,5 m op een niveau van rond de NAP+14,0 m: in geval van verder stijgende rivierwaterstand wordt kieroppervlak en lekdebiet zodanig groot dat het verval zal afnemen.

Daarnaast zal ook ten gevolge van kwel de waterstand in het gebied achter het regelwerk toenemen in de orde van enkele centimeters per dag.

3.1.6 Stroomsnelheden

Stroomsnelheden - vertical slot open

Uitgaande van $Q_{\text{Lobith}} = 16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ en de bijbehorende waterstanden bij een gesloten regelwerk, is het maximale verval over het regelwerk 1,3 m. Bij een klein debiet door het regelwerk (vertical slot open) blijft het verval nagenoeg gelijk.

Het debiet in deze situatie is in paragraaf 3.1.4 berekend en bedraagt $70 \text{ m}^3/\text{s}$. De stroomsnelheid door en direct achter het regelwerk is dan circa 4,1 m/s.

De stroomsnelheid neemt af op de volgende wijze:

- afname stroomsnelheid t.g.v. toename diepte;
- afname stroomsnelheid t.g.v. spreiding in breedte.

Ad a) Indien de taludhelling niet steiler is dan ca. 1:8, zal de stroming blijven aanliggen en de snelheid min of meer evenredig afnemen met de toename van de diepte. In het ontwerp neemt de diepte toe onder een helling van 1:10, startend direct achter de weg.



Ad b) Bij een vertical slot met een stroomsnelheid van ca. 4,1 m/s is er sprake een 'jet flow' in het achterliggende stilstaande water. Voor het berekenen van de afname t.g.v. spreiding zijn rekenregels uit het onderzoek bekend¹. De rekenregel voor de afname van de stroomsnelheid geldt pas nadat de stroom zich volledig heeft kunnen ontwikkelen, wat het geval is vanaf een afstand x vanaf de opening van $12B = 30$ m. (B = halve breedte opening.)

Vanaf de afstand x kan de stroomsnelheid worden bepaald volgens:

$$U_m = 3,5 U_0 / \sqrt{x / B} \quad (U_0 = \text{initiële stroomsnelheid})$$

In de volgende tabel is de stroomsnelheid berekend afhankelijk van de afstand achter het regelwerk en de bodemhoogte zoals aangegeven in bijlage 1.

De uitgangspunten zijn hiervoor een vertical slot met $Q_{Lobith} 16.000 \text{ m}^3/\text{s}$, maximum stroomsnelheid 4,1 m/s bij een waterdiepte direct achter het regelwerk van 3,45 m (waterstand NAP+15,45).

Uitgaande van ontwerp in bijlage 1, zijn in onderstaande tabel de berekende stroomsnelheden gegeven.

Tabel 3.2: Stroomsnelheden benedenstrooms van vertical slot

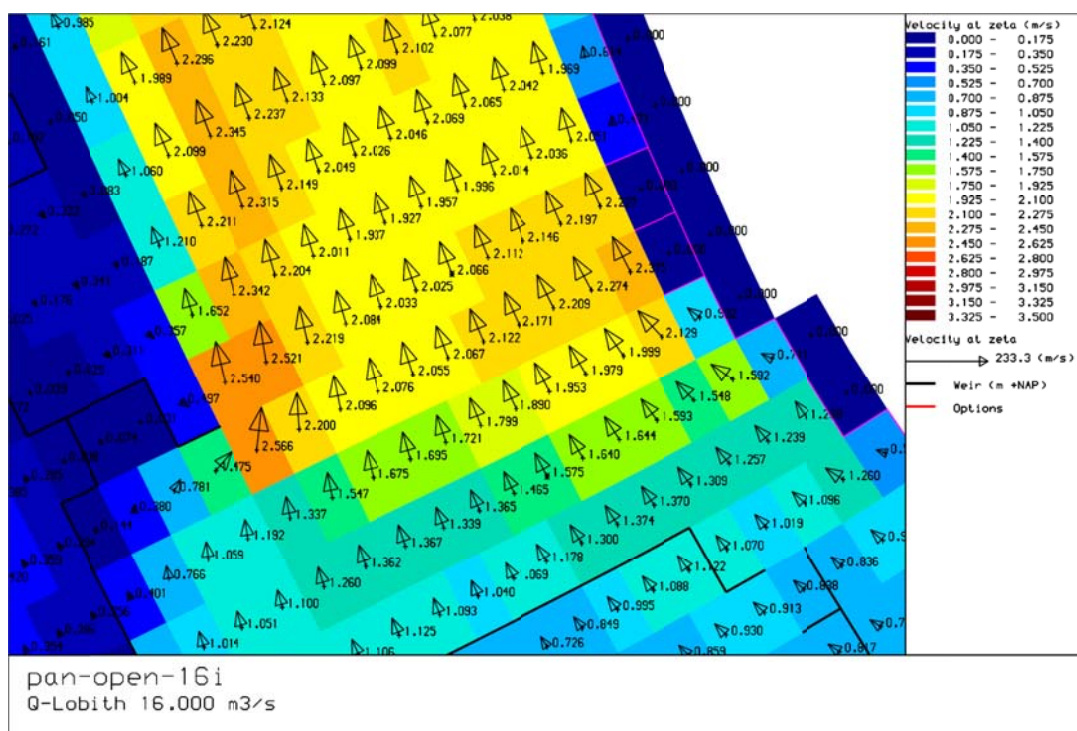
Afstand vanaf regelwerk (x) [m]	toelichting	Stroomsnelheid (U _m) [m/s]
0	0-5 m: inspectieweg, hoogte NAP +12,0 m	4,1
5	0-5 m: inspectieweg, hoogte NAP +11,9 m	4,0
10	talud 1:10 omlaag, hoogte NAP +11,5 m	3,6
15	talud 1:10 omlaag,, hoogte NAP +11,0 m	3,2
20	talud 1:10 omlaag, hoogte NAP +10,5 m	2,9
25	talud 1:10 omlaag, hoogte NAP +10,0 m	2,6
30	hoogte NAP +10,0 m	2,6
40	hoogte NAP +10,0 m	2,3
50	Talud omhoog, hoogte NAP +10,35 m einde bekleding / begin graszode	2,2
60	Talud omhoog, hoogte NAP +10,70 m	2,1
70	Talud omhoog, hoogte NAP +11,05 m	2,1
80	Talud omhoog, hoogte NAP +11,40 m	2,2

Op basis van de berekeningen blijkt dat de stroomsnelheid bij een bodemhoogte op NAP+10,35 m lager dan of gelijk aan 2,2 m/s is op een afstand van 50 m en verder.

¹ Introduction to Bed, Bank and Shore protection, Engineer the interface of soil and water, G.J. Schiereck, 2000

Stroomsnelheden - regelwerk open

De stroomsnelheden bij een volledig open regelwerk zijn in extreme situatie bij een afvoer $Q_{Lobith} = 16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ in de orde van 2,0 m/s, zie Bijlage 5 en onderstaande figuur. Dit geldt voor de stroomsnelheid ter plaatse van het regelwerk en tot ca. 200 m benedenstrooms ervan in de uiterwaard.



Figuur 3.1 Stroomsnelheid nabij regelwerk (regelwerk open, vaste afvoerdeling)

Opmerking 1

De stroomsnelheden in WAQUA zijn gebaseerd op een berekening met een open regelwerk van ca. 150 m breed. In werkelijkheid zal de volledige opening ca. 177 m breed zijn. Direct benedenstrooms zal de stroming dus enigszins lager zijn dan nu volgens blijkt uit de Waqua resultaten. Een eenvoudige berekening geeft aan dat de snelheid ca. 1,9 m/s is. (waterstand ca. NAP+16m; maaiveld NAP+11,4 m; waterdiepte 4.6 m; debiet 1530 m³/s).

Opmerking 2

In het ontwerp is geen rekening gehouden met de plannen voor de Groene Rivier Pannerden, aangezien deze buiten de scope van deze opdracht vallen. Voor een gedetailleerdere analyse van het debiet door het regelwerk als deze geheel geopend is en de daarbij behorende stroomsnelheden is het van belang deze situatie juist mee te nemen in de modellen.



3.1.7 Bodembescherming

Conform 5.1.2-04 en 5.1.2-05 dient de bodem bovenstrooms en benedenstrooms van het regelwerk bestand te zijn tegen optredende erosiekrachten.

Op basis van de ervaring met Hondsbroeksche Pleij en de Ontwerpnota "Regelwerk Hondsbroeksche Pleij ON-2148", van 13 september 2007 (ON2148D2004.02) kan gesteld worden dat een vertical slot de grootste stroomsnelheden geeft en dus maatgevend is voor de bodembescherming.

De locatie van het vertical slot is in het ontwerp vastgesteld voor het midden van het regelwerk. Zodat deze hoge stroomsnelheden op zo groot mogelijk afstand van de aansluitingen ligt.

Ontwerp bodembescherming benedenstrooms

De bodembescherming benedenstrooms ter plaatse van het vertical slot gezien vanuit het regelwerk is als volgt ontworpen:

- 0-5 m asfalt weg (NAP+12,0 tot +11,9 m)
- 5-25 m gepenetreerde breuksteen 5-40 kg op geotextiel (NAP+11,9 tot +10,0 m)
- 25-40 m gepenetreerde breuksteen 5-40 kg op geotextiel (NAP+10,0 m)
- 40-50 m gepenetreerde breuksteen 5-40 kg op geotextiel (NAP+10,0 tot +10,35 m)
- 50-80 m goede erosiebestendige grasmat op 0,5 m klei (NAP+10,35 tot ca. +11,4 m)

De breedte van de bodembescherming rondom het vertical slot:

- 5-20 m loopt resp. van 55 naar 35 m breed
- 20-55 m 35 m breed

Voor de rest van het regelwerk is de bodembescherming benedenstrooms als volgt vanaf het regelwerk gezien:

- 0-5 m asfalt (NAP+12,0 m tot NAP+11,9 m)
- 5-10 m gepenetreerd breuksteen 5-40 kg op geotextiel (NAP+11,9 tot ca. +11,4 m)
- 10-80 m goede erosiebestendige grasmat op 0,5 m cat. 3 klei (ca. NAP+11,4 m)

De keuze van (waar) een grasmat en het gepenetreerde breuksteen is hier onder nader toegelicht.

Grasmat

Een goede erosiebestendige grasmat kan zich ontwikkelen vanaf een bodemhoogte van NAP+10,35 m omdat de waterstand niet meer dan ca. 60 dagen per jaar hoger is dan NAP+10,35 m.

Een goede erosiebestendige grasmat is veel beter erosiebestendig dan een kaal kleidek van de meest erosiebestendige klei. De sterkte van de graszode ontwikkelt zich op zandige klei / (of kleiig zand) sneller en beter dan op vette klei².

² VTV 2004



Stroming langs de dijk is in de Nederlandse situatie voor erosie in de regel niet maatgevend. In uitzonderlijke gevallen, bijvoorbeeld geprononceerde schaar dijken, kan de stroomaanval zo groot worden dat een grasbekleding niet voldoet².

Uit VTV 2004 en Design of Reinforced grass waterways³ kan worden afgeleid dat stroomsnelheden tot circa 1,0 m/s over zeer lange periode kunnen worden weerstaan. Dit komt ook overeen met de gebruikelijke situatie in de uiterwaarden. Stroomsnelheden tot 1,5 m/s kunnen bij een gemiddeld tot goede grasmat gedurende tenminste 50 uur worden weerstaan zonder schade. Bij stroomsnelheden tot 2,0 m/s zal bij een gemiddelde grasmat na ca. 15 uur enige schade kunnen optreden en bij een goede grasmat pas na 50 uur.

Alleen indien een zeer klein deel van het regelwerk is geopend bij een extreem hoge rivierafvoer, kunnen stroomsnelheden ontstaan die aanzienlijk hoger zijn dan 2,0 m/s, hiervoor is een civieltechnische bodemverdediging ontworpen. De stroomsnelheid neemt af indien de waterdiepte achter het regelwerk toeneemt en ten gevolge van spreiding in breedterichting. Bij de overgang van bodembekleding naar graszode is een met een conservatieve benadering berekend dat een stroomsnelheid van 2,2 m/s kan optreden. Gezien enige schade aan de grasmat niet leidt tot falen van het regelwerk of waterkeringen wordt de graszode met een 0,5 m dikke kleilaag er onder ook voor een stroomsnelheid van 2,2 m/s voldoende geacht.

Er kan worden uitgegaan van een bodembescherming van gras op gebieden waar de stroomsnelheid 2,2 m/s of lager is vanwege de volgende redenen:

- er is sprake van een goed erosiebestendig grasmengsel op een kleilaag;
- het beheer is evenals in de rest van de geul zodanig dat van een goede erosiebestendigheid mag worden uitgegaan (extensief begrazen of maaien en afvoeren);
- de hoge stroomsnelheden treden alleen op in extreme omstandigheden (MHW in combinatie met een beperkte opening van het regelwerk);
- de grens van 2,2 m/s ligt relatief ver van het regelwerk en de primaire waterkering, zodat zelfs indien er enige schade optreedt aan de grasmat dit geen gevaar vormt voor het regelwerk of waterkering.

Gepenetreerd breuksteen met geotextiel

Bij stroomsnelheden groter dan 3,0 m/s zou in geval van toepassing van losse breuksteen een zware klasse (grote diameter) nodig zijn. Aangezien de bodembescherming geheel in den droge kan worden aangebracht, wordt de breuksteen gepenetreerd met betonmortel waardoor volstaan kan worden met een klasse 5-40 kg.

5-40 kg; $D_{n50} = 0,19 \text{ m} \rightarrow$ laagdikte 1,8 à 2 maal $D_{n50} = 0,35 \text{ à } 0,4 \text{ m}$

³ Design of Reinforced grass waterways, CIRIA report 116



De geotextiel dient als filterdoek tussen de gepenetreerde breuksteen en de onderliggende bodem, zodat er geen gronddeeltjes uitspoelen onder de breuksteen vandaan. Uitgaande van een bodem van kleiachtig zand tot zandige klei, voldoet een geweven geotextiel met een karakteristieke openingsgrootte O_{90} van maximaal 180 μm en een waterdoorlatendheid van 13 $\text{l/m}^2\text{s}$ (bij $\Delta h = 50\text{mm}$), bijvoorbeeld Geolon PP40 of gelijkwaardig.

Ontwerp bodembescherming bovenstreams

Aan de bovenstreamse zijde is sprake van versnellend water. In geval van het vertical slot en een gedeeltelijk openstaand regelwerk, kan ervan worden uitgegaan dat het water toestroomt uit een min of meer cirkelvormige zone juist bovenstreams van de opening.

Uitgaande van de ervaring met Hondbroeksche Pleij en de Ontwerpnota "Regelwerk Hondbroeksche Pleij)N-2148", van 13 september 2007 (ON2148D2004.02), volgt dat op een afstand van ca. 15 m de stroomsnelheid in ieder geval lager dan 2,0 m/s is.

Direct langs het regelwerk is aan de bovenstreamse zijde de bodem over de gehele lengte beschermd door de asfaltweg (breedte 5,0 m).

In een zone van ca. 30 meter breedte rondom het vertical slot wordt een bodembescherming van gepenetreerde breuksteen op geotextiel aangelegd.

De bodembescherming bovenstreams wordt derhalve als volgt gezien vanuit het regelwerk:

0-5 m asfalt weg langs het gehele regelwerk (NAP+12,0 tot NAP+11,9 m)

En ter hoogte van het vertical slot (gezien vanuit het regelwerk):

5-10 m gepenetreerde breuksteen, breedte 35 m (NAP+11,9 tot ca. NAP+11,4 m)

10-15 m gepenetreerde breuksteen, breedte 25 m (ca. NAP+11,4 m)

Op de resterende omgeving vormt de goed erosiebestendige grasmat (op een kleilaag) de bodembescherming aangezien de stroomsnelheid hier lager is dan 2,0 m/s.

Aansluitingen bodembescherming

De aansluitende bodembescherming met de asfaltweg (gras op klei of gepenetreerde breuksteen) sluit direct aan op het asfalt aan. Het onderliggende geotextiel wordt over circa 0,3 m doorgezet onder de vloer, zodat geen uitspoeling mogelijk is van onderliggende lagen en er ter plaatse van de aansluitingen dus geen erosie zal optreden.

Ook de bij de overgang van breuksteen naar graszode wordt het geotextiel voor circa 1,0m doorgelegd onder de kleilaag.

Tussen de asfalt weg en de vloer van het regelwerk wordt een 2,0 cm dikke bitumenvoeg aangebracht zodat enige beweging kan worden opgenomen.



Voor de keerwanden langs de Veerdam wordt de bodem over een breedte van 5 m vastgelegd met de gepenetreerde breuksteen. Voor de keerwanden van de primaire kering wordt dit gedaan middels de asfalt onderhoudswegen en de ruimte tussen de weg en keerwand eveneens met gepenetreerde breuksteen.

3.1.8 Taludbescherming primaire kering

De opbouw van de taludbekleding bestaat uit een geotextiel, gebroken grindlaag (dikte 10 cm) en de toplaag van basaltblokken (of gelijkwaardig) met hoogte van 0,2 m.

Opbouw is conform taludbekleding zoals deze door het Waterschap Rijn en IJssel is gekozen langs de benedenstroomse zijde van het talud van de primaire kering bij regelwerk Hondsbroeksche Pleij.

Voor Pannerden is de effectieve strijklengte (verdisconteerd naar windrichting) in de orde grootte van 2 km, wat een significante golfhoogte geeft van 0,35 m (met $T_p=2,3$ s.). Betonblokken met een hoogte van 0,2 m kunnen (zonder veiligheidsfactor) golfklappen weerstaan van circa 0,5 m (met $T_p=2,8$ s.).

De voorgestelde bekleding biedt dus (ruim) voldoende bescherming tegen de optredende golven (maatgevend) en stroomsnelheden die het talud belasten. De bekleding zal worden aangesloten op de aanwezige bekleding.

3.1.9 Op- afritten en onderhoudswegen

Berekeningen voor de opbouw van de asfalt verhardingen van de op- en afritten en de onderhoudswegen volgen in een aparte Ontwerpnota Verhardingen.

Wel zijn de eisen betreft de breedte en maximaal talud van de wegen in het ontwerp verwerkt. Zie hiervoor bijlage 1, tekeningen.

3.2 Ontwerptekeningen

De volgende tekeningen zijn bij het ontwerp gevoegd:

- Regelwerk, Bestaande situatie (9W7512.A0 - 6101);
- Regelwerk, Nieuwe situatie (9W7512.A0 - 6102);
- Regelwerk, Plattegrond en aanzichten (9W7512.A0 - 6803);
- Regelwerk, Doorsneden (9W7512.A0 - 6803);
- Regelwerk, Details (9W7512.A0 - 6803);
- Uitvoeringsconcept.

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de uitvoering. In de volgende paragraaf zijn enkele uitvoeringsuitgangspunten benoemt en vervolgens een globale fasering gegeven. Daarna worden de diverse onderdelen (objecten) van het werk nader beschouwd. Er wordt toegelicht wat de gekozen werkwijze is en met welk materieel gewerkt wordt. In de laatste paragraaf worden enkele algemene uitvoeringszaken belicht.



4 UITVOERINGSCONCEPT

4.1 Uitgangspunten uitvoering

4.1.1 Duurzaam inkopen

De principes van duurzaam bouwen conform publicatie 'Rijkswaterstaat Brede Afspraak Duurzaam Inkopen (IM01)' worden in acht genomen. (Eis 3.2.8-01). Voor het ontwerp zijn er op dit moment geen relevante eisen van toepassing.

Vrijkomend materiaal van de sloopwerkzaamheden zal zo veel mogelijk gescheiden worden en waar mogelijk hergebruikt worden (Eis 3.2.9-01).

4.1.2 Ecologisch protocol

Door de opdrachtgever is een natuurtoets uitgevoerd. Door ON zal een Projectkwaliteitsplan zoals bedoeld in de gedragscode Flora en Faunawet worden opgesteld, conform VS1 eis 3.2.6-12 en 3.2.6-13.

4.1.3 Archeologie

Door OG is een Bureauonderzoek uitgevoerd. Op grond van de resultaten van het bureauonderzoek is geadviseerd een vervolg onderzoek uit te voeren in de vorm van een karterend booronderzoek. Door OG is het karterend booronderzoek in gang gezet. Resultaten zijn nog niet bekend.

Naar aanleiding van de resultaten van het karterend booronderzoek zal een archeologieplan worden opgesteld conform § 4.4.2 van VS2. Voor het ontwerp zijn er op dit moment geen relevante eisen van toepassing.

4.2 Fasering / werkvolgorde uitvoering

In hoofdlijn wordt het werk uitgevoerd in onderstaande fasering:

- Kap bomen: Kappen bomen (voor broedseizoen) t.p.v. nieuw regelwerk;
- Sloopwerk: Slopen bestaand regelwerk;
- Fundatie: Paalfundering en kwelscherm;
- Damwanden: Kwelscherm en keerwanden (incl. verankering);
- Betonwerk: Werkvloer, vloerdelen, wanden, 'bekleding' keerwanden en deksloven;
- Afronding: Verhardingen, stortsteen en schotten aanbrengen.

De uitvoering van de keerwanden (met ankers en deksloven) aan weerszijden van het regelwerk worden apart uitgevoerd van deze volgorde. Bij de aansluiting van de vloer / kwelscherm op de keerwanden wordt gelet op een goede aansluiting tussen het onderloopsheids- en de achterloopheidschermen (de keerwanden).

Bij de planning van de uitvoering zal rekening gehouden worden met de rivier- en grondwaterstanden alsmede met belasten en ontlasten van voor en achter de keerwanden.



De bestaande functies zoals de op- en afritten zullen behouden blijven tot dat deze vervangen zijn door de nieuwe componenten.

Het verrichten van de werkzaamheden (m.u.v. het kappen van de bomen) dienen plaats te vinden in het open seizoen (van 15 april tot 15 oktober). Voor de werkzaamheden binnen de Keurzone van de Primaire kering is een Watervergunning (Waterschap Rijn en IJssel) aangevraagd.

Conform eis 3.2.3-02 dienen bestaande objecten in stand te blijven totdat deze kunnen worden vervangen door de nieuw te realiseren functies.

In voortgangsoverleg is vermeld dat met de hiervoor genoemde werkzaamheden pas kunnen worden gestart nadat de huidige Zorgdijk is opgehoogd en zodoende als zomerdijk kan fungeren. Dit is echter een aanvullende (afwijkende) eis t.o.v. de Vraagspecificatie.

Conform eis 3.2.6-03 dient het werk te functioneren voor het gesloten seizoen. Deze eis zal worden verwerkt in de planning. Een gedetailleerde planning van de werkzaamheden zal volgen voor start van de uitvoering.

4.3 Werkzaamheden diverse onderdelen

4.3.1 Voorbereidende werkzaamheden en sloop

De voorbereidende werkzaamheden bestaat uit het kappen van de populieren en het slopen van de oude damwand (eis 3.2.9-02) en de bestaande bodembescherming.

4.3.2 Grondwerk

Het grondwerk bestaat uit:

- Afgraven veerdam;
- Afgraven drempel overlaat – vloeiend aansluiten op omgeving;
- Afgraven uiterwaard ten behoeve van de bodembescherming;
- Aanvullen zand achter keerwand.

4.3.3 Fundering

Er zal een paalfundering (vierkant 350mm) aangebracht worden conform de tekeningen en bijlage 1. Conform ontwerp worden de paalkoppen niet gesneld, maar opgenomen in de vloer.

4.3.4 Damwanden kwelschermen

Het kwelscherm (onderloopsheid- en aan beide kanten achterloopsheidschermen) wordt met behulp van een trilblok aangebracht. Afhankelijk van de planning en fasering wordt een type materieel gekozen. Voor de beperkte planklengte van het onderloopsheidscherm zou een hydraulische rupskraan volstaan. De langere planken van bijvoorbeeld de keerwanden worden met trilblok aan draadkraan geplaatst.



De juiste richting van de damwanden wordt geborgd door het gebruik van een heigording. De hoogtemaatvoering wordt op hoofdmaat uitgezet door de landmeter. Tijdens het heiwerk wordt de maatvoering gevoerd met een zelf richtend lasertoestel.

4.3.5 Betonvloer

De betonnen vloer wordt in het werk gestort (op een vooraf vervaardigde werkvloer). Deze wordt gestort per moot waarbij steeds aan één zijde een nieuw voegprofiel wordt ingestort. Aan de andere zijde wordt de vloer tegen zijn voorganger gestort waar reeds een voegprofiel is opgenomen. Naast het aanbrengen van de wapening wordt een randbekisting geplaatst. Beton wordt per mixer aangevoerd en in het werk gestort.

4.3.6 Wanden regelwerk

De wanden van het regelwerk worden prefab geproduceerd. Hierdoor is een snellere uitvoering mogelijk. Er worden stekken in de wand opgenomen. De wand wordt geplaatst op de werkvloer op voetjes, vervolgens worden de stekken in de wapening opgenomen, waarna er een natte verbinding met de betonvloer wordt gemaakt. Deze verbinding wordt tegelijk met de betonvloer gestort.

4.3.7 Keerwanden

Ter plaatse van de keerwanden langs de primaire kering zal de aanvulling op de primaire kering zo snel mogelijk worden aangebracht. Dit kan ofwel vrijkomende grond zijn die tijdelijk als voorbelasting wordt geplaatst en daarna vervangen door zand, of wel het zand dat als de definitieve aanvulling blijft liggen.

De zettingen worden geregistreerd, zodat duidelijk is welke restzetting nog te verwachten is. De taludbekleding wordt aangebracht wanneer de verwachte restzetting binnen acceptabele grenzen is.

De damwanden worden aangebracht middels de hierboven beschreven werkwijze bij het kwelscherm. Na het heien worden de ankerpaten gemaakt waarna de gordingen ankers en ankerstoelen worden aangebracht. Na uitharden van de ankers (ca. 10 kalenderdagen) kunnen deze licht aangedraaid worden zodat achter de damwand verder aangevuld kan worden. Na volledige aanvulling worden de ankers, indien nodig, afgespannen. Als laatste worden de deksloven met het betonwerk aangebracht. Vooralnog wordt ervan uitgegaan dat dit in het werk wordt gestort.

4.3.8 Schotten

De schotten worden prefab gemaakt en vervolgens getransporteerd naar het werk. De schotten worden aan de uiteinden voorzien van Hakorit stroken om beschadiging van het regelwerk en/of de schotten te voorkomen. De Hakorit stroken kunnen bij de productie van de schotten worden aangebracht (in de kist). Na controle en lossen op het werk worden de schotten in de sparingen op de wanden geplaatst.



4.3.9 Taludbekleding

De aanvulling op het talud van de primaire kering wordt bekleed met de taludbekleding zoals aangegeven op tekening (geotextiel, gebroken grind, betonblokken).

4.3.10 Op- afritten en onderhoudswegen

Grondwerk en fundering voor de op-/afritten en onderhoudswegen kan voorafgaande of gedurende de andere werkzaamheden worden uitgevoerd. Als laatste wordt de asfaltverharding aangebracht.

4.3.11 Bodembescherming

Ter plaatse van de aan te brengen bodembescherming wordt de grond afgegraven over een diepte van tenminste de aan te brengen laagdikte bodembescherming. Hierdoor zal de bovenzijde 'maaiveld' niet hoger worden dan NAP+12,0 m (drempel hoogte overlaat / bovenkant betonvloer).

De delen waar de bodembescherming verdiept wordt aangelegd (tot NAP+10,0 m) worden uitgevoerd bij normale (of lage) grondwaterstand, zodat alle werkzaamheden in den droge kunnen plaatsvinden.

Na het graafwerk zal het geotextiel worden neergelegd, waarop vervolgens de breuksteen wordt aangebracht. Tenslotte wordt de breuksteen ingegoten met beton (vol en zat gepenetreerd). Afhankelijk van de stortafstand kan dit direct vanuit de betonmixer gebeuren of wordt er gebruik gemaakt van een kraan, eventueel uitgerust met een kubel.

4.4 Aandachtspunten

4.4.1 Aansluiting primaire kering

Aangezien het regelwerk aansluit op de huidige primaire waterkering, zal gewerkt worden conform de vergunning verleend door het Waterschap. In principe wordt de kering zo min mogelijk geroerd. De aansluiting zal voor het hoogwaterseizoen functioneel zijn, zodat geen kans bestaat op erosie, etc.

4.4.2 Kabels en leidingen

Vooralsnog zijn geen kabels & leidingen voorzien in het gebied waar het regelwerk komt te staan.

De aanwezige kabel van de waterstandmeter wordt gekapt en verwijderd na het gereedkomen van het regelwerk wordt een nieuwe kabel aangebracht door derden (door mantelbuis onder regelwerk en onder verharding/ bodembescherming).

4.4.3 Kwaliteit en risico's

Om zeker te stellen dat het geleverde werk aan de gestelde eisen voldoet, zal het productieproces onder kwaliteitscontrole uitgevoerd worden. In het Verificatieplan



Regelwerk Pannerden is de kwaliteitscontrole samengevat. Het doel van de controles is beheersing van het proces en de kwaliteit van de uitgevoerde werkzaamheden. Daar waar afwijkingen worden geconstateerd kan worden ingegrepen of gerapporteerd.

De belangrijkste risico's met betrekking tot het Regelwerk zijn opgenomen in het risicodossier. In het algemeen geldt dat er altijd een zeker risico is dat aan een eis niet wordt voldaan. Het monitoren van de kwaliteit tijdens het productieproces is derhalve een vorm van risicomangement waarbij gestreefd wordt het niet halen van een eis te voorkomen en, indien nodig, preventief of corrigerend op te treden. Zie verder voor keuringen tijdens de uitvoering en verificatie van het ontwerp: 'Verificatierapport Regelwerk Pannerden'.

4.4.4 Werkterrein

In overleg met Waterschap Rijn en IJssel, Gemeente Rijnwaarden en/of aanwonenden en andere belanghebbenden wordt de terreininrichting vastgesteld. Deze inrichting is vastgelegd in de stukken behorende bij de aanvraag 'Omgevingsvergunning'. Na gereedkomen van het werk wordt het terrein in oorspronkelijke staat teruggebracht.

4.4.5 Bereikbaarheid

Gedurende de werkzaamheden blijven de achterliggende percelen (weilanden, natuurgebieden en laad- en losplaats aan Pannerdensch Kanaal) evenals de percelen en woningen aan de Veerdam te allen tijde bereikbaar voor alle verkeer.

4.4.6 Aanvoer van materieel en materiaal

Daar waar nodig wordt voor de aan-/afvoer een werkweg aangelegd en/of wordt gebruik gemaakt van de puinverhardingen voor de uiteindelijke asfaltverhardingen. Eventuele (betonnen) prefab onderdelen kunnen zowel per as als per schip worden aangevoerd. In het laatste geval zal een waarschijnlijk van de nabije loswal gebruik gemaakt worden.

4.4.7 Maatvoering

De hoofdmaatvoering van het regelwerk zal worden uitgezet door een landmeter. Daar waar nodig kunnen extra punten / hoogten worden uitgezet. Tussentijds zullen tevens controlemetingen gedaan worden om de maatvoering te borgen.

In principe wordt er gebouwd zoals aangegeven op de uitvoeringstekeningen. Afwijkingen hierop zullen gerapporteerd worden en leiden tot een aanpassing in de as-built tekening.





5 TESTCONCEPT

Het in- en uithijsen van de schotten zal voor het gehele regelwerk worden getest.

Testen van het regelwerk is niet mogelijk aangezien hier een hoogwatersituatie voor nodig is en op basis van berekeningen is aangetoond dat het regelwerk functioneert.

In het bedieningsprotocol wordt met (o.a. WAQUA) berekeningen onderbouwd op welke wijze het regelwerk hydraulisch / rivierkundig functioneert.





6 BEDIENINGSCONCEPT

6.1 Huidige situatie reproduceren

Het regelwerk is bedoeld om de wettelijk overeengekomen afvoerverdeling gelijk te houden. Ten gevolge van rivierverruimende maatregelen wordt de waterstand verder bovenstrooms beïnvloed, waarbij sommige maatregelen (o.a. Lent, Huissensche Waarden, Groene Rivier, Millingerwaard) een direct invloed hebben op de afvoerverdeling Pannerdensche Kop.

In de praktijk zal het regelwerk dus kunnen worden ingezet om de invloed van de rivierverruimende maatregelen te corrigeren, zodat er geen verstoring van de afvoerverdeling optreedt.

In de huidige situatie gaat bij een afvoer van Q_{Lobith} 16.000 m³/s, 5.834 m³/s door het Pannerdensch Kanaal en 10.166 m³/s door de Waal.

Bij geheel geopend (nieuw) regelwerk stroomt er circa 1.530 m³/s door het regelwerk, uitgaande van een vaste afvoerverdeling. Er stroomt dus 26% van de afvoer van het Pannerdensch Kanaal door het regelwerk.

Bij een 'vrije afvoerverdeling' blijkt de invloed van het regelwerk op de afvoerverdeling duidelijker, waarbij de afvoer van het Pannerdensch Kanaal varieert van 5.524 m³/s bij geheel dicht tot 6.013 m³/s bij geheel open, wat neerkomt op een variatie van ca. +3 /- 5% ten opzichte van de huidige afvoer van het Pannerdensch Kanaal.

Het regelwerk dient deels gesloten te zijn om de huidige situatie te reproduceren. In de huidige situatie gaat de uiterwaard meestromen op het moment dat de huidige overlaat overstroomt. Dit is bij NAP +14,0 m. De overlaat is ca. 100 m breed.

Het nieuwe regelwerk kan dezelfde hoogte en breedte krijgen door de onderste 2 schotten te plaatsen (NAP+14,14 m) over een breedte van 100 m. Het regelwerk dient symmetrisch vanuit het midden ingesteld te worden. Aangezien de aanstroming en locatie iets gewijzigd zijn (i.p.v. 100 m direct vanaf de dijk), kan het zijn dat 80 à 90 m op een niveau van NAP+14 m voldoende is. Dit zal nader worden beschouwd in het bedieningsprotocol.

Een compleet draaiboek voor het instellen en de bijbehorende afvoerverdeling is onderdeel van de opleverdocumenten.



6.2 Interval beïnvloeding afvoerverdeling

Op basis van de afvoerberekeningen zoals beschreven in hoofdstuk 3 is kan het debiet door het regelwerk bij verschillende waterstanden worden berekend afhankelijk van het aantal schotten dat gesloten / open is.

Er is de mogelijkheid tot een verticaal slot op een vastgestelde locatie. Bij een vertical slot waarbij in 1 opening alle 5 de schotten zijn verwijderd stroomt er maximaal $70 \text{ m}^3/\text{s}$ door het regelwerk. Voorts is ervan uitgegaan dat naast het vertical slot het regelwerk verder wordt geopend als er meer debiet door het regelwerk gewenst is. Het ontwerp van de bodembescherming is hierop afgestemd.

Door de gehele stroomvoerende breedte te verdelen in openingen van 5 m die in 5 schotten op elkaar kunnen worden dichtgezet, is er een veelheid aan instelmogelijkheden. Het regelinterval is in de orde van $20 \text{ m}^3/\text{s}$ per schot in een situatie van een maatgevende afvoer van $16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ en vertical slot. Dit neemt toe naarmate het regelwerk verder wordt geopend tot ca. $10 \text{ m}^3/\text{s}$ per schot.

De afvoerverdeling kan dus nauwkeurig worden beïnvloeden. De afvoer door het Pannerdensch kanaal is met een bovengrens van $6.013 \text{ m}^3/\text{s}$, en een ondergrens van $5.524 \text{ m}^3/\text{s}$ te beïnvloeden in stappen met orde grootte van $10 - 20 \text{ m}^3/\text{s}$ per schot.

Opmerking:

Aantal te leveren schotten betreft 66 conform vraagspecificatie. Bovenstaande regelinterval is bepaald op basis van beschikbaarheid van alle schotten.

6.3 Instellen regelwerk

Voorafgaand aan een hoogwaterseizoen dient het regelwerk ingesteld te worden. Gezien de drempel op NAP 12,0 m ligt, kan het regelwerk worden ingesteld bij rivierwaterstanden lager dan NAP 11,5 m. (Eis. 5.1.1-08.)

De schotten zijn in het regelwerk opgeslagen. Met behulp van een kraan kunnen de schotten eenvoudig worden opgepakt en weggezet ofwel om het regelwerk te openen of dicht te zetten.

Het regelwerk wordt ingesteld met een telekraan (uitgerust met een tweesprong en zogenaamde 'knobbelhaken') en een extra persoon voor het aan- en afhaken. Deze knobbelhaken zijn zeer gangbaar omdat alle leveranciers van prefab beton dezelfde hijsankers gebruiken. In de schotten zijn 7-tons ankers toegepast. Op deze wijze worden de schotten eenvoudig en doeltreffend opgepakt en weggezet.

De kraan rijdt langs de afrit van de dijk naar beneden over de weg aan de bovenstroomse zijde van het regelwerk. De kraan wordt steeds gepositioneerd afhankelijk van de reikwijdte / hefvermogen. De machinist kan de schotten op de bovenzijde zien staan als deze geplaatst moeten worden. Bij het plaatsen van de schotten in de opening pakt hij steeds het dichtstbijzijnde schot en plaatst die in de sponning. Voor het openen neemt hij de schotten één voor één uit de sponning en zet die steeds op de verst gelegen positie bovenop het regelwerk.



Het werken met een hydraulische kraan en speciaal hijswerktuig wordt afgeraden omdat de kering 5 m hoog is en het niet mogelijk is met een standaard hydraulische kraan gepositioneerd op één positie op de onderhoudsweg deze beweging te maken. Bijstellen vanaf een ponton is geen eis voor het regelwerk Pannerden.

Het bovenste deel van de sponningen lopen taps toe om het plaatsen van de schotten te vergemakkelijken en de kans op beschadigen te verkleinen.

In principe staat het vertical slot altijd open. Ter plaatsen van het vertical slot is in de sponningen een demontabel element geplaatst om te voorkomen dat het slot onbewust wordt dicht gezet.

Dit demontabel element zal nader worden gedetailleerd in de uitvoeringsfase (bijvoorbeeld een hakorit profiel).

6.4 Bedieningsprotocol

Het bedieningsprotocol is onderdeel van de opleveringsdocumenten en volgt later.

6.5 Meetplan

Het bedieningsprotocol is onderdeel van de opleveringsdocumenten en volgt later.





7 ONDERHOUDSCONCEPT

7.1 Doelstelling

De doelstelling van de Opdrachtgever voor het regelwerk bij Hondsbroeksche Pleij was het minimaliseren van de Life-cycle kosten door toepassing hoogwaardige materialen.

Het voorliggende ontwerp is gebaseerd op het ontwerp voor Hondsbroeksche Pleij. Er zijn hoogwaardige duurzame materialen toegepast en het gekozen concept is zeer eenvoudig wat betreft beheer en onderhoud. Er zijn geen beweegbare delen of materialen toegepast die sterk geconserveerd moeten worden.

Geconcludeerd kan worden dat het regelwerk met de bijkomende werken onderhoudsarm en onderhoudsvriendelijk is conform eis 5.2.7-06. De bodembescherming en delen ondergronds zijn onderhoudsvrij.

Alle onderdelen van het regelwerk zijn goed en veilig inspecteerbaar. Benodigd materieel (en materiaal) kan via de op- en afritten en de onderhoudswegen eenvoudig ter plaatsen worden gebracht en gebruikt.

Het regelwerk is een eenvoudig ontwerp zonder beweegbare delen en vandalisme gevoelige componenten of materialen.

De vleugelwanden en betonnen keerwanden zullen worden voorzien van een graffiti werende coating.

7.2 Levensduur

De levensduur van het regelwerk is 100 jaar. Er zijn geen werktuigbouwkundige of bedieningsonderdelen, noch hout en conserveringsmiddelen gebruikt die normaliter een kortere levensduur hebben.

De betonconstructie (vloer en vleugelwanden) en het kwelscherm hebben een levensduur van 100 jaar. De details zijn zodanig uitgevoerd dat onderhoud in principe niet nodig is en zorgen ervoor dat de kans op beschadigingen klein is (UV bestendig kunststof in sponningen, RVS, hoekbeschermingen, schotten met vellingkanten, etc.).

De keerwanden / geleidewanden als aansluiting tussen het regelwerk en de Pleijkade en nieuwe primaire kering zijn eveneens ontworpen met een levensduur van 100 jaar.

Ook de bodembescherming is een robuust type bescherming dat voldoet aan de levensduur. Voor de geotextielen geldt in alle gevallen dat deze worden afgedekt en derhalve niet onderhevig zijn aan zonlicht en er daarom voldoende reden is om van een levensduur van 100 jaar uit te gaan.

Er is voor betonnen schotten gekozen omdat deze een levensduur van 100 jaar hebben. Voor geleiding van de schotten en voorkomen van beschadigen, wordt hakorit van hoogwaardige kwaliteit toegepast met RVS bevestigingsmiddelen.



Hakorit is een zeer geschikt materiaal hiervoor en wordt veelvuldig toegepast voor soortgelijke omstandigheden en zelfs voor omstandigheden met een zwaardere milieuklasse (zoutwater, havens, etc.). In principe kan worden uitgegaan van een levensduur van 100 jaar voor dit materiaal, mede gezien het feit dat de schotten normaliter niet meer dan eenmaal per jaar zullen worden ingesteld.

In principe kan er derhalve worden uitgegaan van een levensduur van 100 jaar voor dit materiaal. In het geval dat vervangen om de een of andere reden toch nodig is, dan kan dat want er wordt rekening mee gehouden bij de bevestigingswijze.

De verhardingsconstructies (onderhoudsweg en de op- en afritten) zullen ontworpen worden met een minimale levensduur van 20 jaar conform eis 5.2.3-11 'Levensduur verhardingsconstructies'.

7.3 Onderhoudsstrategie

Als onderhoudstrategie wordt preventief onderhoud aanbevolen indien hiertoe n.a.v. visuele inspectie aanleiding is, maar in feite is dit niet de verwachting. Voorts wordt er regulier beheer voorzien zoals een jaarlijkse visuele inspectie.

Een volledig beheer- en onderhoudsplan is onderdeel van de opleverdocumenten.

7.4 Onderhoudstermijn

Voor het regelwerk geldt een onderhoudstermijn van 52 weken conform het contract, paragraaf 27.2 van de UAVgc-2005.

Het uiteindelijke beheer en onderhoud van het regelwerk na overdracht en niet behorend bij het onderhoud van de Opdrachtnemer gedurende de onderhoudstermijn zal worden afgestemd op het beleid van Rijkswaterstaat.



8 EXTERNE EN INTERNE RAAKVLAKKEN

8.1 Externe raakvlakken

In de vraagspecificatie zijn geen externe raakvlakken expliciet genoemd, maar er zijn wel eisen opgesteld die er naar verwijzen.

Externe raakvlakken die aanwezig zijn:

- Rekening houden met de ontwerpplannen van de groene rivier Pannerden (eis 3.3.2-01): het systeem sluit vloeiend aan op haar omgeving wat in fysieke zin een goede aansluiten met de Groene Rivier mogelijk moet maken. Verder is de huidige afvoerverdeling en dus het debiet door de uiterwaarde te reproduceren dan wel bij te stellen mits dit wenselijk is. Afstemming op de plannen voor de Groene Rivier is dus mogelijk, maar valt buiten de scope van deze opdracht;
- Op- en afritten. Deze zijn beschreven in de notitie 'Lay-out en landschappelijke inpassing' en sluiten aan op de verharding van de primaire kering, bijlage 6;
- Aansluiting taludbekleding primaire kering. Zie paragraaf 2.2.8;
- Aansluiting maaiveld uiterwaarden binnen de systeemgrens en daarbuiten: op de grens wordt een natuurlijke en vloeiende overgang gehandhaafd.

8.2 Kritisch geachte omgevingsobjecten

De aansluiting van het regelwerk vindt aan één zijde plaats in de bestaande primaire waterkering. Tijdens de uitvoering wordt er rekening gehouden met de veiligheid van deze kering. Zo wordt het dijktafsluiting niet ontgraven en zal er in het hoogwaterseizoen weer een bekleding van het dijktafsluiting aanwezig zijn. Verder zal gewerkt worden conform de vergunning van het Waterschap.

Behoudens deze aansluiting zijn er verder geen kritisch geachte omgevingsobjecten aanwezig.

Bij het waterschap Rijn en IJssel zal een vergunning worden aangevraagd voor de bouw van het regelwerk en aansluiting op de primaire kering.

8.3 Interne raakvlakken

De aansluiting tussen de Rijndijk en het regelwerk en tussen de veerdam en het regelwerk middels een verticale (keer)wand is nader toegelicht in deze ontwerpnota. De geleide wand wordt aangebracht ter plaatse van de buitenteen en aangevuld. Zie ook bijlage 1, tekeningen.

De aansluiting van de verkorte/verlegde Veerdam op de bestaande Veerdam is vloeiend vormgegeven en is in overeenstemming met de huidige kering qua hoogte, vorm en bekleding.

Het regelwerk (incl. bodembescherming) sluit vloeiend aan op het huidige maaiveld binnen de systeemgrens.



Bijlage 1 **Tekeningen**



Bijlage 2 Grondonderzoek (FUGRO, MOS)



Bijlage 3 Rapport Constructieberekening



Bijlage 4

Notitie 'Waterstanden en verval regelwerk Pannerden'



Bijlage 5 Stroomsnelheden (plot huidige situatie, plot regelwerk open)



Bijlage 6
Notitie 'Ontwerp keerwanden, fundering, onder- en
achterloopsheidschermen'



Bijlage 7
Notitie 'Lay-out en landschappelijke inpassing'

