



Dijkveiligheid Woongebied Reeve

Beoordeling dijkveiligheid in relatie tot de geplande woningbouw

BPD Ontwikkeling BV
Regio Noord-Oost & Midden

25 september 2017

Project Opdrachtgever Dijkveiligheid Woongebied Reeve
BPD Ontwikkeling BV
Regio Noord-Oost & Midden

Document Status Beoordeling dijkveiligheid in relatie tot de geplande woningbouw
Definitief 02

Datum 25 september 2017

Referentie 103422/17-013.649

Projectcode 103422

Projectleider ir. J. Lansink

Projectdirecteur ir. H.J.M.A. Mols

Auteur(s) ing. L. de Gier

Gecontroleerd door ir. J. Lansink

Goedgekeurd door ir. J. Lansink

Paraaf 

Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.
© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel van dit rapport	5
1.3	Algemene randvoorwaarden voor verdere uitwerking van de plannen	6
1.4	Leeswijzer	6
2	PLANONDERDELEN WOONGEBIED REEVE	7
2.1	Algemeen	7
2.2	Woningbouw op de Klimaatdijk	8
2.3	Recreatiesluis woongebied	9
3	AANDACHTSPUNTEN EN EISEN UIT PROJECTPLAN WATERWET	11
3.1	Algemene eisen uit projectplan Waterwet	11
3.2	Specifieke randvoorwaarden voor de buitendijkse haven	12
3.3	Projectplaneisen ten aanzien van kruinhoogte	12
3.4	Projectplaneisen ten aanzien van stabiliteit taluds grondophoging	13
4	AANDACHTSPUNTEN EN EISEN UIT HET DEFINITIEF ONTWERP KLIMAATDIJK	14
4.1	Beschrijving van het ontwerp	14
4.2	Waterhuishouding	15
4.3	Materiaal dijk	15
4.4	Ruimtelijke kwaliteit	15
4.5	Grondaanvulling binnentalud	15
5	TECHNISCHE INPASBAARHEID EN VOORWAARDEN WONINGBOUW	17
5.1	Technische inpasbaarheid in relatie tot projectplaneisen	17
5.2	Technische inpasbaarheid in relatie tot het DO Klimaatdijk	17
5.2.1	Watergangen/sloten	17

5.2.2	Dijkmateriaal	17
5.2.3	Verstuiving en erosie	18
5.3	Aanvullende zaken	18
5.3.1	Bomen	18
5.3.2	Paalfunderingen	18
5.3.3	Bodemwarmtepomp	18
5.4	Impact van de plannen op de faalmechanismen van een waterkering	19
6	IMPACT OP DE FREATISCHE LIJN (GEOHYDROLOGISCHE BESCHOUWING)	21
6.1	Geohydrologische kenmerken Klimaatdijk	21
6.2	Invloed van de bebouwing op de geohydrologie	22
6.3	Invloed van de klimaatbeheersing op de geohydrologie	22
7	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	24
7.1	Conclusie	24
7.2	Aanbevelingen	25
8	REFERENTIES	26
	Laatste pagina	26
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Reeve Doorsnedes	1

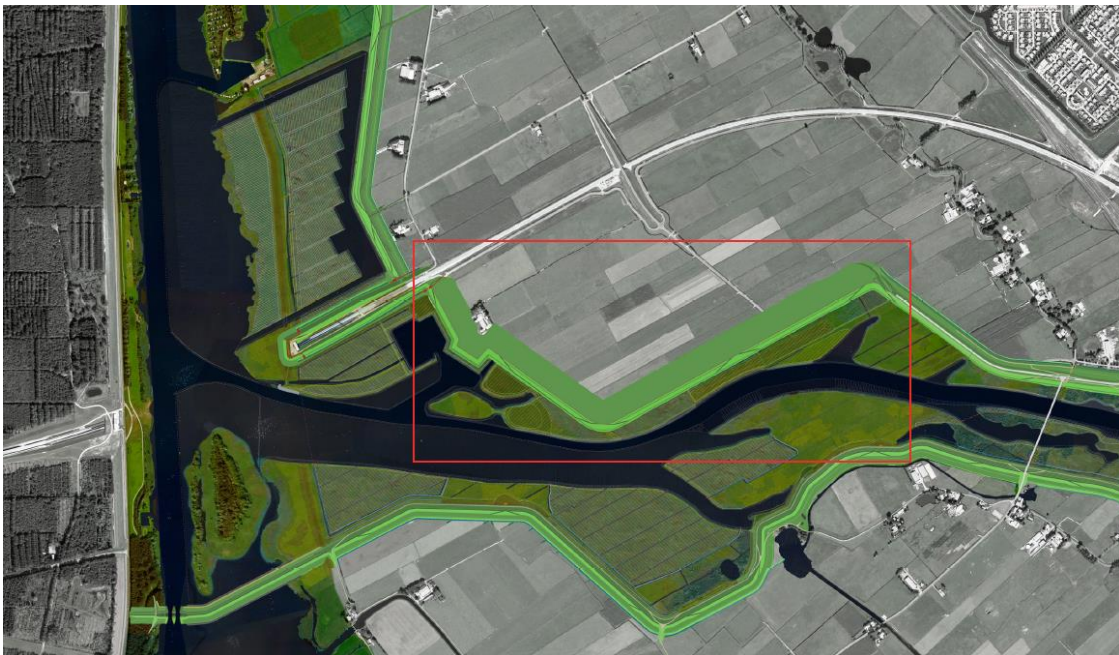
1

INLEIDING

1.1 Aanleiding

BPD Ontwikkeling BV (BPD) is in samenwerking met de gemeente Kampen bezig met het opstellen van een concept-bestemmingsplanwijziging voor het Woongebied Reeve. Het plan is een nieuwe dorp ten noorden van het Reevediep, een bypass van de IJssel, tegen en op de waterkering Klimaatdijk (zie Afbeelding 1.1). Het plan biedt ruimte voor 600 woningen, een buitendijkse haven en voorzieningen.

Afbeelding 1.1 Locatie Klimaatdijk



1.2 Doel van dit rapport

Langs de bypass wordt een primaire waterkering gerealiseerd. Met het oog op de geplande ontwikkelingen is deze waterkering ter plaatse van het Woongebied Reeve extra robuust ontworpen. Deze extra robuuste dijk wordt de Klimaatdijk genoemd.

In dit rapport wordt de stabiliteit en veiligheid in relatie tot de geplande woningbouw beschouwd. Hierbij wordt bekeken of de stabiliteit en veiligheid van de waterkering geborgd zijn en als dit niet zonder meer het geval is welke technische en beleidsmatige beperkingen er ten aanzien van de dijkveiligheid gelden voor het plan en de woningbouw en wat de impact is van de woonfunctie op de stabiliteit en veiligheid van de van de Klimaatdijk.

1.3 Algemene randvoorwaarden voor verdere uitwerking van de plannen

Onderliggend rapport gaat in op de algemene randvoorwaarden die gelden voor de woningbouwplannen. Bij de verdere uitwerking van de plannen en de ontwerpen dient rekening te worden gehouden met hetgeen in dit rapport is benoemd. De uitgewerkte (gedetailleerde) ontwerpen dienen te worden getoetst en goedgekeurd te worden door het Waterschap.

Een aantal belangrijke eisen waar rekening mee dient te worden gehouden zijn:

- de vormgeving en de inrichting van de ophoging mag de waterveiligheid en beheerbaarheid van de waterkering nooit negatief beïnvloeden;
- de plannen mogen geen werkzaamheden en/of onderdelen bevatten die de functie van de waterkering negatief beïnvloeden.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het plan van Woongebied Reeve nader toegelicht. In hoofdstuk 3 en 4 worden de aandachtspunten uit het projectplan waterwet en het Definitief Ontwerp van de Klimaatdijk toegelicht. Hoofdstuk 5 beschrijft de technische inpasbaarheid en de technische voorwaarden omtrent de stabiliteit en veiligheid van de waterkering voor het plan Woongebied Reeve. In hoofdstuk 6 wordt een geohydrologische beschouwing gedaan. Tot slot volgen in hoofdstuk 7 de conclusies en aanbevelingen.

2

PLANONDERDELEN WOONGEBIED REEVE

2.1 Algemeen

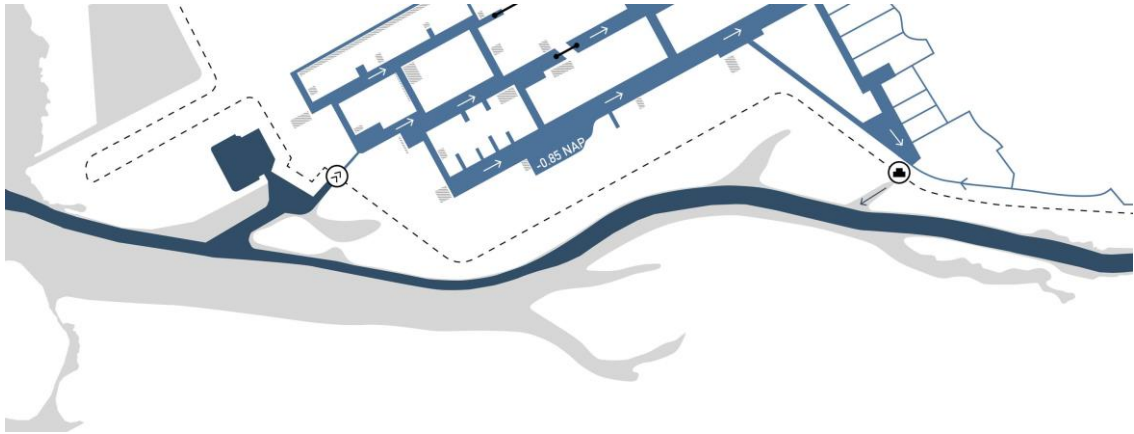
Het woongebied Reeve komt ten noorden van het Reevediep te liggen. Het plan biedt ruimte voor 600 woningen, een buitendijkse haven en voorzieningen.

Het woongebied wordt gekenmerkt door de aanwezige watergangen, een buitendijkse haven en een dorpskern. De Klimaatdijk zorgt voor de bescherming van het woongebied tegen hoogwater uit het Reevediep. In de Klimaatdijk zal een recreatiesluis worden aangelegd en op de Klimaatdijk is tevens woningbouw geprojecteerd. In Afbeelding 2.1 en Afbeelding 2.2 is een overzicht gegeven van het woongebied.

Afbeelding 2.1 Woongebied Reeve



Afbeelding 2.2 Watersysteem woongebied Reeve



2.2 Woningbouw op de Klimaatdijk

Op de Klimaatdijk is de bouw van circa 330 woningen gepland. In Afbeelding 2.3 is een impressie van een mogelijke verschijningsvorm van dijkwoningen bovenop de grondaanvulling¹ boven het binnentalud van de Klimaatdijk gegeven.

Afbeelding 2.3 Impressie van de woningbouw op de grondaanvulling boven het binnentalud van de Klimaatdijk



¹ De grondaanvulling bestaat uit zand en dient te worden afgedekt met een leeflaag ter bescherming van het dijkprofiel. Zie ook paragraaf 5.2.3.

Het uitgangspunt bij de bouw van de woningen is dat de woningen bovenop een grondlichaam worden gebouwd, welke bovenop de Klimaatdijk wordt aangebracht:

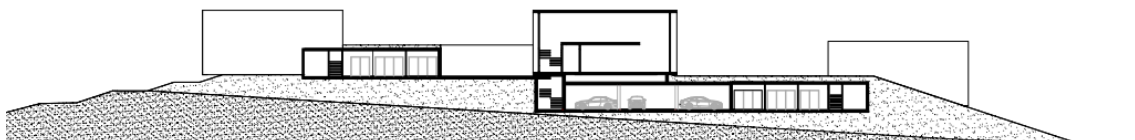
- in Afbeelding 2.4 is de doorsnede van de Klimaatdijk, het bovenliggende grondlichaam en de woningbouw¹ geschetst. De gedachte is dat er bouwactiviteiten op de dijk plaatsvinden maar dat de volledige constructies boven de 1:18 lijn gerealiseerd worden;
- de rijbanen, incl. cunetten, alsmede de rioleringen en overige nutsvoorzieningen, worden eveneens boven de 1:18 lijn aangebracht;
- de activiteiten die door de 1:18 lijn heen gaan, zijn de paalfunderingen en de boringen t.b.v. de bodemlus voor de bodemwarmtepompen. Indicatief kan voor 300 woningen gerekend worden op circa 30 palen per woning, dus circa 10000 palen;
- de kruinbreedte moet volledig 'doorgangsvrij' zijn. Bomen, beplanting en bebouwing mogen niet binnen de 4 meter zone aangebracht zijn en/of onderdelen hebben;
- beplanting van bomen, inclusief ontgrondingskuilen, dient buiten de 1:18 lijn te gebeuren.

Deze 1:18 lijn is als begrenzing van de primaire kering aangemerkt en als zodanig vastgelegd in het Projectplan Waterwet. Deze lijn is gekozen, zodat het waterschap alleen beperkingen hoeft te stellen aan de grond onder deze lijn. Het Waterkeringsplan [ref. 2] dat ten grondslag heeft gelegen aan het Projectplan Waterwet licht toe:

'Niet de hele Klimaatdijk (red. en Woongebied) is een primaire waterkering. Het leggerprofiel wordt begrensd door:

- buitentalud;
- kruinbreedte 4 m;
- binnentalud (talud 1:18).'

Afbeelding 2.4 Principeddoorsnede Klimaatdijk



2.3 Recreatiesluis woongebied

In het plan is in de Klimaatdijk ook een recreatiesluis voorzien. Bij de aanleg van deze sluis zal rekening moeten worden gehouden met de eisen die gelden voor waterkerende constructies in primaire waterkeringen. Deze rapportage gaat verder niet in op deze sluis, omdat hier een apart spoor voor doorlopen zal worden. Doorsnedes B-B' en C-C' in Bijlage I zijn dan ook geen onderdeel van de waterveiligheidsbeschouwing in dit rapport.

¹ Er is enkel bebouwing zonder kruipruimte of bebouwing met een kruipruimte met een dichte werkvloer toegestaan.

Afbeelding 2.5 Recreatiesluis woongebied



3

AANDACHTSPUNTEN EN EISEN UIT PROJECTPLAN WATERWET

Voor de realisatie van de dijken rondom het Reevediep is een projectplan opgesteld in het kader van de Waterwet [ref. 1]. In dit projectplan staat het volgende beschreven:

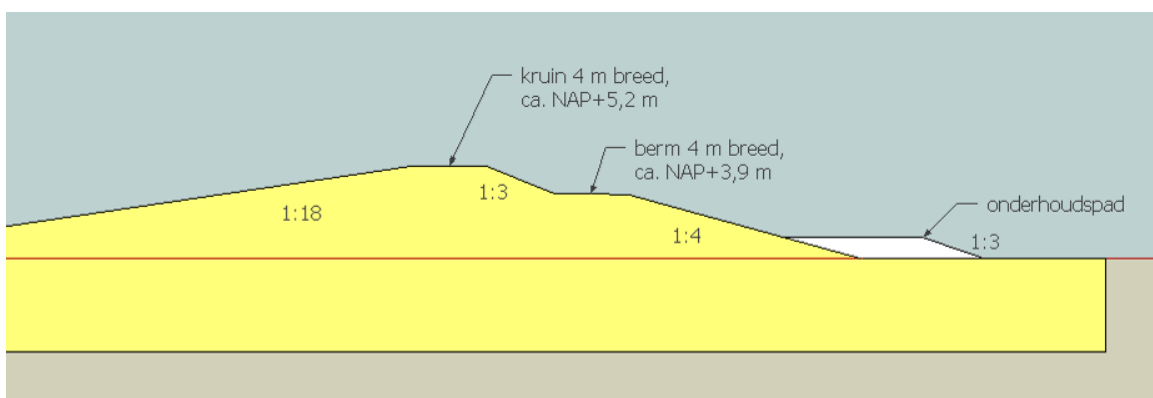
'Een deel van de noordelijke dijk van de bypass wordt als Klimaatdijk aangelegd. Dit is een zeer robuuste dijk waarbij rekening is gehouden met een toekomstige peilstijging van het IJsselmeer van 1,5 meter. Doordat de dijk van een breed binnentalud wordt voorzien en wordt opgehoogd met een leeflaag is daarop woningbouw mogelijk. De Klimaatdijk wordt expressief vormgegeven en de rand krijgt een technische uitstraling.'

3.1 Algemene eisen uit projectplan Waterwet

De algemene eisen zoals geformuleerd in het projectplan en die zijn gehanteerd voor de Klimaatdijk zijn als volgt:

- de normfrequentie van de Klimaatdijk wordt gelijk genomen aan de bypassdijken 1/2000 jaar;
- de maatregelen aan de dijk zijn ontworpen voor een planperiode tot na het jaar 2115. Overeenkomend met een planperiode van 100+ jaar;
- de Klimaatdijk is de hoogste dijk in het plangebied, zowel vanwege het gewenste veiligheidsniveau als vanwege de maatschappelijke context. De Klimaatdijk is immers de meest robuuste en veilige dijk en herbergt meerdere maatschappelijke functies;
- door het grondlichaam van het woongebied achter de dijk kunnen de faalmechanismen piping en heave, macrostabiliteit binnenwaarts en micro-instabiliteit zeer waarschijnlijk niet optreden.

Afbeelding 3.1 Principeprofiel buitentalud KD1 en KD2 uit Projectplan Waterwet

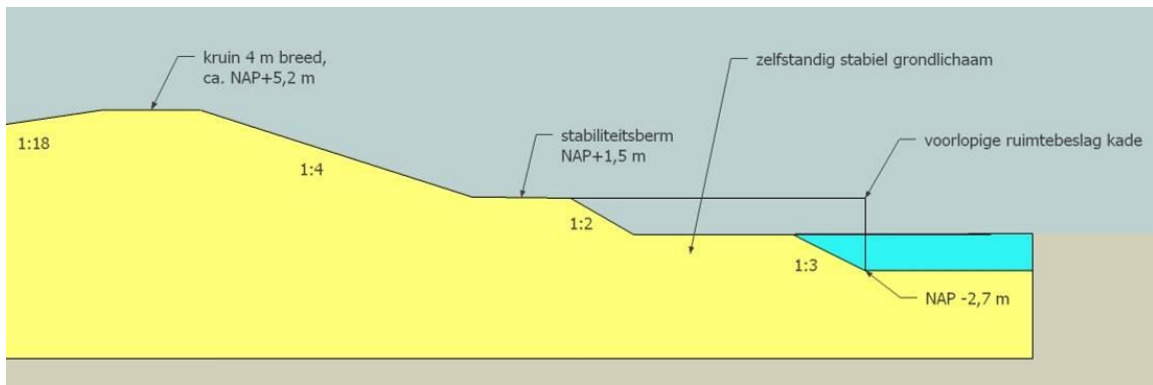


3.2 Specifieke randvoorwaarden voor de buitendijkse haven

De Klimaatdijk is ingedeeld in drie dijkvakken (zie Afbeelding 3.3). Voor gebied KD3 gelden nog de volgende randvoorwaarden:

- de gemeente Kampen heeft de wens om een buitendijkse haven te realiseren, waarbij een recht talud, zonder buitenbermen wordt gerealiseerd, bij aanleg van een kade op NAP +1,5 m;
- het grondlichaam van de kade is zelfstandig stabiel.

Afbeelding 3.2 Principeprofiel KD3 Havenfront uit Projectplan Waterwet



Afbeelding 3.3 Indeling Klimaatdijk



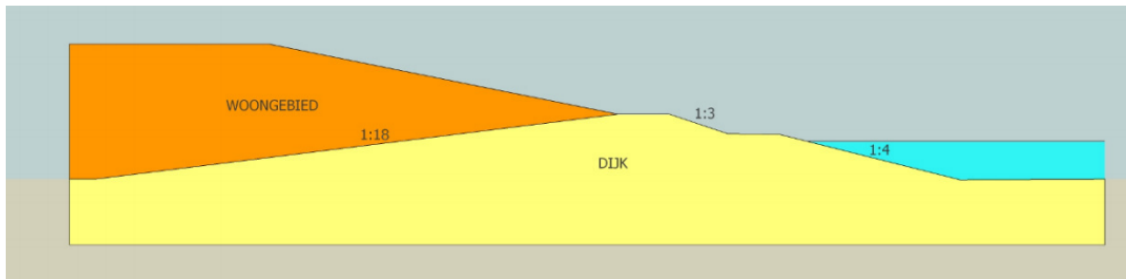
3.3 Projectplaneisen ten aanzien van kruinhoogte

In het projectplan wordt aangegeven dat de kruinhoogte van de Klimaatdijk zelf, op basis van landschappelijke overwegingen, constant wordt gehouden op NAP +5,2 m. De extra verhogingen boven de NAP+5,20 m beginnen na de kruinbreedte van 4 m en de verhogingen van het woongebied hebben geen invloed op de stabiliteit van het buitentalud van de Klimaatdijk indien onderstaande geometrische eisen worden nageleefd. De kruinbreedte moet volledig 'doorgangsvrij' zijn. Bomen, beplanting en bebouwing mogen niet binnen de 4 meter zone aangebracht zijn en/of onderdelen hebben.

3.4 Projectplaneisen ten aanzien van stabiliteit taluds grondophoging

Er is in het Projectplan aangegeven dat grote verhogingen ten behoeve van de bebouwing tot boven NAP +14,0 m aangelegd mogen worden vanuit dijkveiligheid. Voor verhoging boven NAP +14 m geldt een maximale steilheid van 1:3 (wanneer uitgevoerd in zand), voorverhogingen tot NAP +14 m geldt een maximale steilheid van 1:2. In deze beschouwing is uitgegaan van een ophoging met zand en is enkel gekeken naar het effect op de dijkveiligheid (niet naar de stabiliteit van de ophoging zelf).

Afbeelding 3.4 Woongebied staat los van beoogde begrenzing primaire kering [Bron: Projectplan Waterkering, Waterkeringsplan]



Deze 14 meter is geen verwijzing naar de huidige plannen, maar is een maat die is meegegeven in de projectplaneisen.

De beoordeling van het voorliggend plan ten aanzien van het projectplan volgt in paragraaf 5.1.

4

AANDACHTSPUNTEN EN EISEN UIT HET DEFINITIEF ONTWERP KLIMAATDIJK

In het definitieve ontwerp wordt met de term 'Klimaatdijk' een grondlichaam bedoeld dat minimaal op een kerende hoogte wordt gebracht die overeenkomt met een zichtperiode van 100 jaar. Daarnaast is er bij de keuze in uitgangspunten en randvoorwaarden extra robuustheid ingebouwd.

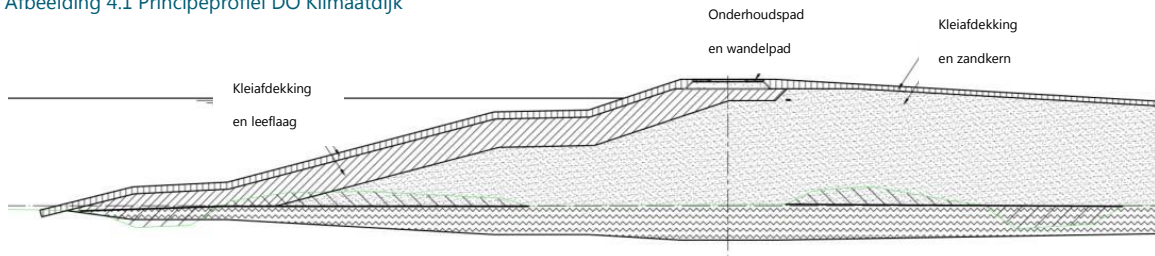
Het ontwerp van de Klimaatdijk is beschreven in de documenten IJD-OTDW-ONT-0012 [ref. 3] en IJD-OTDW-ONT-0008 [ref. 4].

4.1 Beschrijving van het ontwerp

Het principeprofiel van de Klimaatdijk is weergegeven in Afbeelding 4.1. Het binnentalud bestaat uit een heel flauw talud van 1:18. Het buitentalud bestaat uit een hooggelegen buitenberm en een laaggelegen stabiliteitsberm. De hooggelegen buitenberm ligt op 1,3 m onder de kruin.

Het dijklichaam wordt opgebouwd van zand met op het buitentalud een kleibekleding van 0,8 m dik. Het dijklichaam wordt buitendijks afgewerkt met een leeflaag van 0,3 m en binnendijks van 0,2 m.

Afbeelding 4.1 Principeprofiel DO Klimaatdijk



Ter plaatse van de buitendijkse haven (dijkvak KD3) is er een afwijkend profiel. Hier is er geen hoge berm aanwezig op het buitentalud maar krijgt het buitentalud een helling van 1:4 vanaf de kruin tot de stabiliteitsberm.

In het DO is aangegeven dat op het binnentalud van 1:18 een voorbelasting wordt aangelegd en eventueel later wordt hier het woongebied vormgegeven. (zie Afbeelding 4.2).

Afbeelding 4.2 Principeprofiel DO voorbelasting



De voorbelasting en eventueel vorm te geven woongebied maakt geen onderdeel uit van de primaire waterkering. De grens van de primaire waterkering ligt op de 1:18 lijn.

Indien de voorbelasting als woonterp wordt gebruikt worden een aantal aandachtspunten in het DO beschreven. Deze worden in de komende paragrafen toegelicht.

4.2 Waterhuishouding

De definitieve situatie is vergund middel het Projectplan Waterwet [ref.1] en het Aanvullend Projectplan Waterwet [ref. 6]. In het aanvullend Projectplan is een extra kwelsloot ontworpen binnendijks van de Klimaatdijk.

In het Projectplan zijn twee opties voor een kwelsloot langs Klimaatdijk KD1-2 uitgewerkt:

- basisoptie met de mogelijkheid voor aanleg woonterp;
- alternatief indien polder volledig met agrarische functie ingericht wordt.

Voor beide opties geldt dat de afstand tot de teen van de dijk (KD1) zodanig is dat dit geen invloed heeft op het dijkontwerp. De kwelsloot langs KD2 ligt aan de teen en is wel meegenomen in het ontwerp.

4.3 Materiaal dijk

Vanuit duurzaamheidsbeginsel worden de dijken zo veel als mogelijk opgebouwd met gebiedseigen zand en klei. Het toepassen van alternatieve ophoogmaterialen behoudens zand en klei is niet toegestaan in de dijken.

Het materiaal dat in de Klimaatdijk wordt gebruikt dient AW2000- kwaliteit te hebben of beter. Onder de Klimaatdijk wordt aan de binnenzijde een drainage laag, met een minimale doorlatendheid van $k= 10$ m/dag, van circa 1 meter dik aangebracht te worden. De locatie van deze drainagelaag wordt definieert door:

- vanaf de binnenkruin tot de teen (langs het gehele binnentalud);
- 1 m dikte boven op het huidige maaiveld.

4.4 Ruimtelijke kwaliteit

In het definitieve ontwerp worden de volgende aandachtspunten gegeven voor de ruimtelijke kwaliteit: Een zeer flauw binnentalud (circa 1:18) dat ruimte biedt voor toekomstige bebouwing (eventueel met extra ophoging). Er is aan de binnendijkse zijde geen berm aanwezig;

- een bijzonder verloop met knikken ter plaatse van de beoogde haven en sluis;
- aanleg van een wandelpad op de kruin van de dijk;
- aansluiting op een aantal buitendijks gelegen terreinen met recreatieve gebruiksmogelijkheden;
- afwijkend binnentalud rond de beoogde haven, zonder hoge buitenberm, maar mét verbrede lage berm.

4.5 Grondaanvulling binnentalud

Op het binnentalud van de Klimaatdijk is een top laag van Klei cat. 3 voorzien om met name verstuiving te voorkomen. Ter plaatse van de grondaanvulling op het binnentalud vervalt deze functie. Om te waarborgen dat er geen verstuiving optreedt van de grondaanvulling wordt de klei cat. 3 boven op de grondaanvulling aangebracht in plaats van op het 1:18 talud van de Klimaatdijk.

In het definitieve ontwerp is vanuit gegaan dat de grondaanvulling van tijdelijke aard is en dienst doet als voorbelasting. Er wordt daarom vanuit gegaan dat na het verwijderen van de grondaanvulling de aanwezige

toplaag van 20 cm Klei Cat. 3 terug wordt geplaatst op het 1:18 talud van de Klimaatdijk en dat het talud wordt ingezaaid met graszaad D2.

De beoordeling van het voorliggend plan ten aanzien van bovenstaande onderwerpen in het DO is opgenomen in paragraaf 5.2.

5

TECHNISCHE INPASBAARHEID EN VOORWAARDEN WONINGBOUW

5.1 Technische inpasbaarheid in relatie tot projectplaneisen

In het projectplan worden beperkingen gesteld aan het buitentalud van de grondophoging bovenop de Klimaatdijk. Het projectplan geeft aan dat voor verhogingen boven NAP +14,0 m gewerkt dient te worden met helling van 1:3 of flauwer. Voor lagere verhogingen geldt een maximale steilheid van 1:2. In deze beschouwing is uitgegaan van een ophoging met zand. Als een ander ophoogmateriaal wordt gebruikt of er bestaat de wens om taluds steiler op te trekken, ontstaat een conflict met het gestelde in het projectplan.

De huidige plannen tonen geen hoge grondophogingen en houden zich aan de steilheidsbeperkingen.

In het projectplan zijn alleen eisen gesteld aan de grondaanvulling met het oog op de veiligheid van de onderliggende waterkering. Los van de eisen in het projectplan stelt de Eurocode eisen voor de stabiliteit van grondconstructies in algemene zin. Als het ontwerp van het woongebied gereed is zal in die zin nog aangetoond moeten worden dat de gekozen taluds voldoen aan de eisen, maar dit heeft geen relatie met de stabiliteit en veiligheid van de waterkering. Door de 1:18 lijn te respecteren is de stabiliteit van taluds gewaarborgd.

De overige onderdelen van het voorliggende plan voorzien niet in wijzigingen van de bepalingen, zoals beschreven in het Projectplan Waterwet ten aanzien van dijkveiligheid.

5.2 Technische inpasbaarheid in relatie tot het DO Klimaatdijk

5.2.1 Watergangen/sloten

In dijkvak KD1 is geen rekening gehouden met watergangen/sloten langs de teen van de dijk. Indien de watergangen in het plan op dezelfde locatie liggen, of verder van de Klimaatdijk af komen te liggen of boven de 1:18 lijn blijven wordt voldaan aan de eisen uit het DO Klimaatdijk en het projectplan. Dit dient te allen tijde gemonitord te worden.

Bij de controle van de stabiliteit van de grondophoging (zijnde niet de Klimaatdijk) dient vanzelfsprekend rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van de watergang/sloot.

De huidige plannen laten wel watergangen zien, maar tonen nog onvoldoende detailniveau voor een definitieve beoordeling. Bij de inrichting van het gebied dient rekening te worden gehouden met de uitgangspunten die zijn aangehouden in het dijkontwerp.

5.2.2 Dijkmateriaal

In het DO is het dijkmateriaal voorgeschreven, De huidige plannen mogen vanzelfsprekend geen werkzaamheden bevatten die de samenstelling van de waterkering negatief beïnvloeden. Wanneer er geen ontgraving onder de 1:18 lijn wordt uitgevoerd gaat dit goed.

5.2.3 Verstuiving en erosie

Bij het ontwerp van de grondophoging dient rekening te worden gehouden met verstuiving en erosie. In het DO is hier rekening mee gehouden door het 1:18 talud te voorzien van 20 cm Klei Cat. 3 en in te zaaien met gras (dijkenmengsel D2).

Door het aanbrengen van de grondaanvulling kan dezelfde werkwijze worden gehanteerd (20 cm Klei Cat. 3 en in te zaaien met gras). Verstuiving en erosie kan ook worden tegen gegaan door bijvoorbeeld het aanbrengen van verhardingen. Indien er wordt gekozen voor een oplossing zonder gras of verharding dient er getoetst te worden of deze oplossing leidt tot verstuiving of erosie. Enige verstuiving of erosie zal toelaatbaar zijn, mits de 1:18 lijn te allen tijden gewaarborgd blijft.

5.3 Aanvullende zaken

5.3.1 Bomen

Bomen en boomwortels kunnen de stabiliteit van een waterkering negatief beïnvloeden. Ook hier geldt dus als stelregel dat de bomen, inclusief ontgrondingskuilen, de 1:18 lijn niet mogen doorsnijden. Ook kunnen bomen zorgen voor veel schaduw waardoor er geen goede grasmat kan groeien.

Indien er bomen geplant zullen worden dient er rekening gehouden te worden met de windworp, de wortelzone en de schaduwvorming van het type boom. Daarnaast dient de kruinbreedte volledig 'doorgangsvrij' te zijn. Bomen en beplanting zijn niet toegestaan binnen de 4 meter zone.

5.3.2 Paalfunderingen

De woningen zullen op palen moeten worden gefundeerd, is de inschatting van de initiatiefnemer. Lokale grondverdringende boringen ten behoeve van funderingen, of heiwerkzaamheden mogen niet leiden tot een verzwakking van de waterkering. Gezien de verdichting en de grondslag is de verwachting bij toepassing van grondverdringende palen dat er geen negatief effect is op de verdichting en grondeigenschappen.

Als geen grondverdringende palen worden toegepast zal de initiatiefnemer aan moeten tonen dat dit geen negatief effect heeft op de verdichting en sterkte-eigenschappen van de grond onder de 1:18 lijn. Is dit wel het geval dan zal een aanvullende beschouwing van de sterkte van de waterkering uitgevoerd moeten worden.

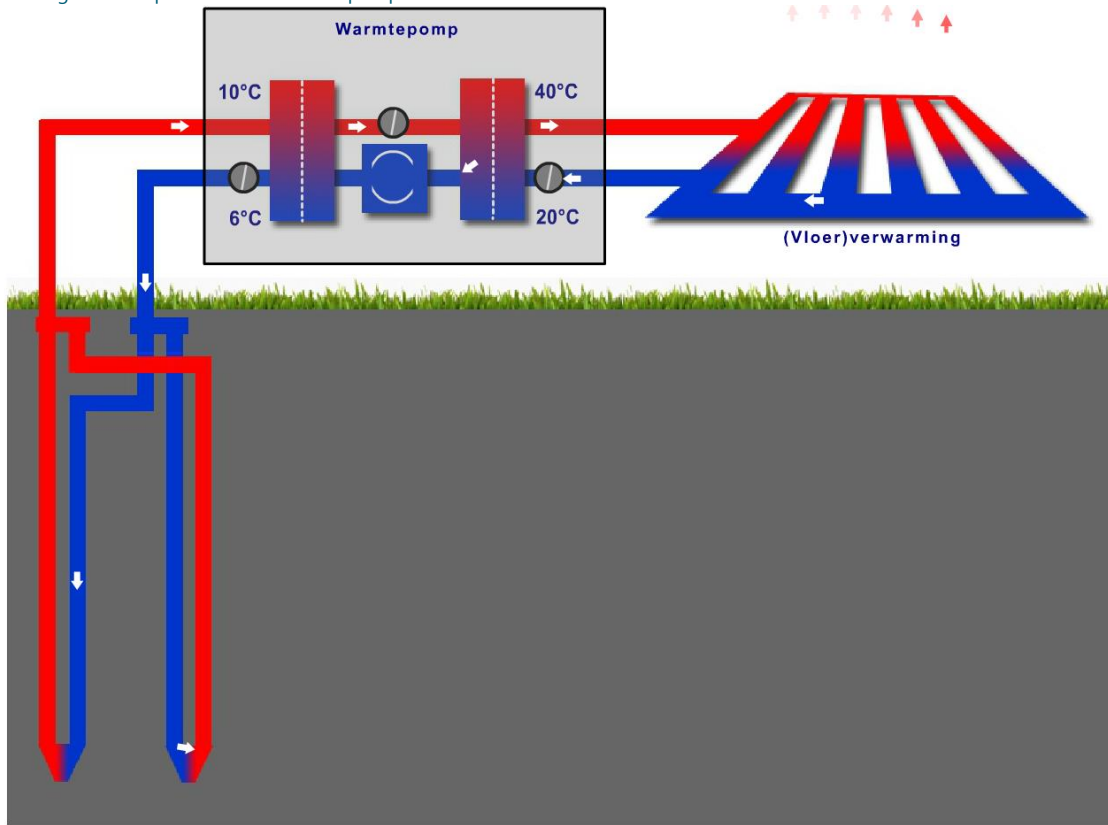
5.3.3 Bodemwarmtepomp

In de woningen die worden gebouwd op de klimaatdijk zal gebruik worden gemaakt van een bodemwarmtepomp ten behoeve van de verwarming en warm tapwater.

Het water wordt middels een open- of gesloten systeem uit de aarde gepompt. Dit water heeft de temperatuur van de omliggende grond. Vervolgens onttrekt de warmtepompinstallatie warmte aan dit water en geeft dit af aan de verwarming en/of warm tapwater in de betreffende woning, waarna het koude water weer wordt teruggepompt in de aarde. Hier neemt dit water weer de temperatuur van de bodem aan, waarna het proces opnieuw start.

In de plannen zijn gesloten geothermische systemen voorzien. Bij deze systemen wordt een put geboord. In die put laat men water door U-vormige pijpen vloeien. Het water neemt de warmte van de diepe grondlagen op en wordt weer naar boven gepompt. In het warmtepompsysteem wordt de temperatuur dan weer verhoogd tot een bruikbare temperatuur. Het principe is weergegeven in Afbeelding 5.1.

Afbeelding 5.1 Principe van bodemwarmtepomp



Net als bij de paalfunderingen geldt dat bij het aanbrengen van deze lokale boringen niet moet leiden tot een verzwakking van de waterkering¹. In principe is dit mogelijk, wanneer deze niet grondverwijderend worden uitgevoerd. Wanneer dit wel het geval is, zal hier zeer minimaal lokaal sterkteverlies kunnen optreden van de ondergrond, gezien de zeer ruime overdimensionering van de Klimaatdijk ten aanzien van macrostabiliteit worden de enige mogelijk significante effecten gezocht in de geohydrologie, daarom wordt dit apart aanvullend beschouwd in hoofdstuk 6.

Indien de verticale bodemwisselaars inderdaad gebruikt gaan worden, dient gewerkt te worden conform BRL SIKB 11000 en het protocol 11001.

5.4 Impact van de plannen op de faalmechanismen van een waterkering

In onderstaande tabel is een samenvatting gegeven van de planonderdelen die (mogelijk) effect hebben op de stabiliteit van de waterkering. De planonderdelen waar helemaal geen effect te verwachten is op de veiligheid van de waterkering zijn hierin niet opgenomen.

¹ Het geheel aan locaties m.b.t. paalfunderingen en bodemwarmte pompen dient de functie van de waterkering niet negatief te beïnvloeden. Dit dient bij verdere uitwerking te worden aangetoond.

Tabel 5.1 Planonderdelen en het effect op de stabiliteit van de waterkering

Omschrijving planonderdeel	Effect op faalmechanisme	Toelichting
hoogte grondaanvulling	STBU	in het projectplan zijn beperkingen gegeven aan het talud van de grondaanvulling t.o.v. de hoogte van de grondaanvulling.
taluds grondaanvulling	STBI / STBU	de stabiliteit van de taluds van de grondaanvulling moeten worden gecontroleerd aan de hand van de Eurocode, maar maken geen onderdeel van de waterkeringveiligheid.
watergangen/sloten	STBI	de locaties van de watergangen en sloten zijn in de nieuwe plannen nog niet in detail uitgewerkt. Bij de verdere uitwerking dient te worden gecontroleerd of de ligging en afmetingen van de watergangen overeenkomen met de uitgangspunten uit het DO.
bekleding grondaanvulling	verstuiving / erosie	bij de inrichting van de grondaanvulling dient rekening te worden gehouden met verstuiving en erosie. Bij voorkeur dient er een 0,2 m dik Klei Cat. 3 pakket aan te worden gebracht. Ook andere opties zijn mogelijk, zoals verhardingen en andere inrichting. Enige erosie of verstuiving kan mogelijk worden toegelaten, maar in dat geval zal dit geen effect hebben op de 1:18 lijn.
bomen	STBI, STBU, STBK	indien er bomen worden aangeplant dient er rekening te worden gehouden met de windworp, de wortelzone en de schaduwvorming. In het ergste geval kan een boom omwaaien. Er dient altijd voor te worden gezorgd dat de 1:18 lijn, na het omwaaien van de boom, blijft gehandhaafd. Daarvoor moet de boomwortelzone buiten de 1:18 lijn worden gekozen.

6

IMPACT OP DE FREATISCHE LIJN (GEOHYDROLOGISCHE BESCHOUWING)

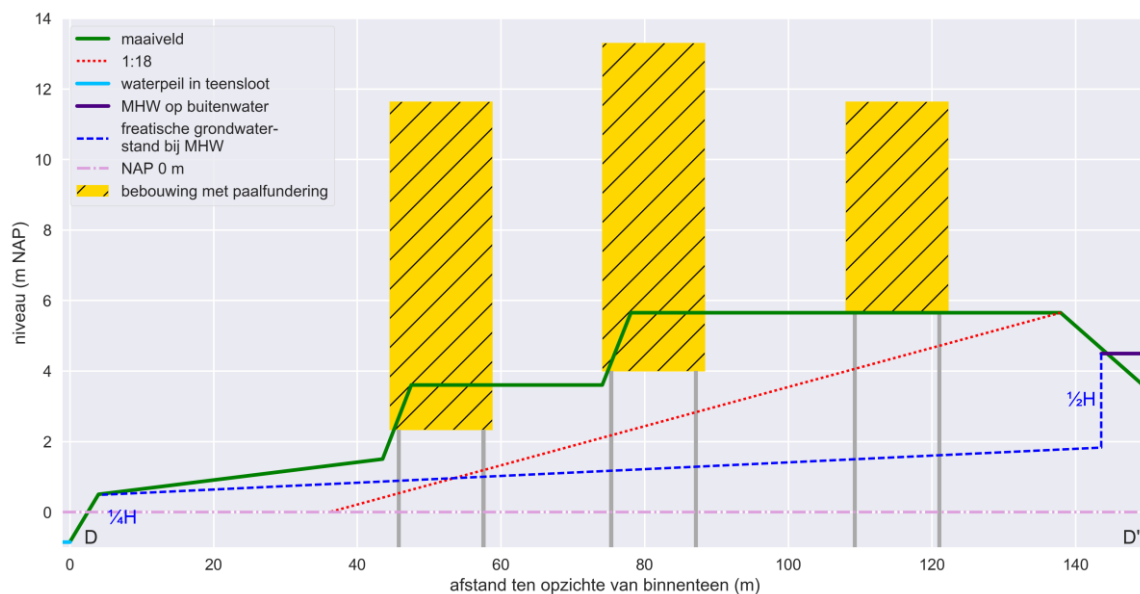
Zoals in het vorige hoofdstuk is toegelicht worden er mogelijk bodemwarmtepompen gebruikt ten behoeve van de vloerverwarming in de woningen. In dit hoofdstuk is gecontroleerd wat de effecten van een dergelijk systeem zijn op de geohydrologie.

6.1 Geohydrologische kenmerken Klimaatdijk

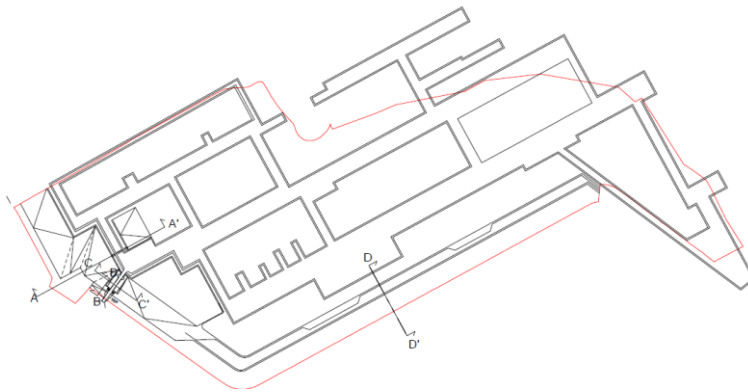
De ontwerp informatie en geohydrologische kenmerken zijn samengebracht in Afbeelding 6.1. De doorsnede geeft een schematische doorsnede van de dijk tijdens maatgevend hoogwater via de volgende elementen:

- het ontwerp via de indicatieve doorsnede DD' [ref. 4]:
 - via de groene lijn het schematische verloop van de grondophoging op de Klimaatdijk;
 - de rode stippellijn representeert de kern van de Klimaatdijk, dit is gedefinieerd als een lijn vanaf de buitenkruin met een helling van 1:18;
 - in blauw het waterpeil in de teensloot;
 - met de gele opvulling en arcering de geplande bebouwing;
- de geohydrologische ontwerpuitgangspunten [ref. 3, figuur 4]:
 - in donkerpaars de buitenwaterstand tijdens maatgevend hoogwater;
 - met de blauwe stippellijn het geschematiseerde verloop van de freatische lijn in de dijk tijdens maatgevend hoogwater.

Afbeelding 6.1 Schematische doorsnede DD' met kenmerken bebouwing en dijkontwerp



Afbeelding 6.2 Locatie doorsnede DD'



6.2 Invloed van de bebouwing op de geohydrologie

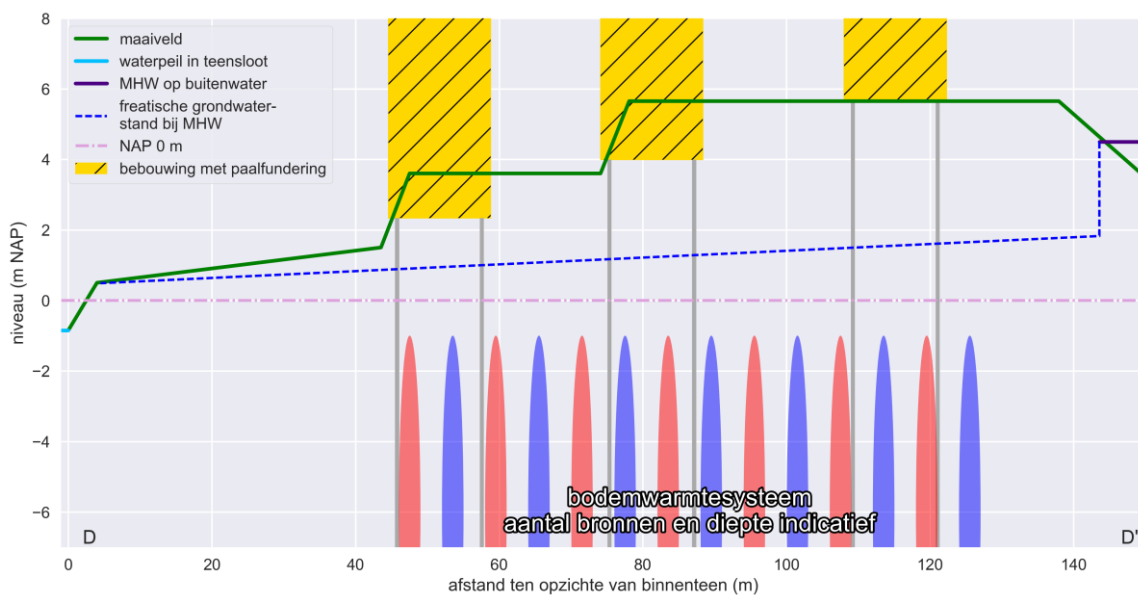
De bebouwing zelf (geel met zwarte arcering in Afbeelding 6.1) beïnvloedt de grondwaterstand niet, omdat de doorsnede laat zien dat deze de grondwaterstand tijdens maatgevend hoogwater niet snijdt.

De paalfundering beïnvloedt de grondwaterstand ook niet, omdat het beschikbare oppervlak in de watervoerende lagen niet merkbaar wordt verminderd. Dit is geïllustreerd via een conservatief voorbeeld. Stel dat heipalen van $0.2 \times 0.2 \text{ m}^2$ worden toegepast in een conservatief grid van $2 \times 2 \text{ m}^2$. Dan is 10 % van het doorstroombare oppervlak niet beschikbaar voor grondwaterstroming. Deze beperking is niet merkbaar.

6.3 Invloed van de klimaatbeheersing op de geohydrologie

Voor de klimaatbeheersing van de bebouwing wordt de toepassing van bodemwarmte via een gesloten systeem overwogen. Het effect hiervan op de freatische grondwaterstand in de dijk tijdens maatgevende omstandigheden is geanalyseerd. Daarvoor is in Afbeelding 6.3 schematisch een bodemwarmtesysteem weergegeven via meerdere warme en koude bellen op enige diepte in de ondergrond. Het systeem is direct onder de bebouwing weergegeven.

Afbeelding 6.3 Schematische doorsnede DD' met kenmerken bodemwarmte en dijkontwerp



In paragraaf 5.3.3 is een toetsing opgenomen of de plaatsing van een bodemwarmte systeem onder de waterkering impact heeft op de dijkstabiliteit. Los van deze toetsing is het geohydrologische effect van het systeem beoordeeld. Het systeem heeft geen effect op de grondwaterstand tijdens maatgevend hoogwater omdat de enige interactie met de bodem optreedt door de uitwisseling van warmte en koude. De uitwisseling vindt plaats doordat het geleidemiddel in de buizen stroomt. Hierdoor wijzigt de grondwaterstroming niet.

7

CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

7.1 Conclusie

De voorliggende plannen ten aanzien van woningbouw op het nog te realiseren grondlichaam boven de Klimaatdijk hebben geen invloed op de stabiliteit en veiligheid van de waterkering en maken geen inbreuk op de beperkende voorwaarden ten aanzien van dijkveiligheid, zoals gesteld in het Projectplan Waterwet en DO Klimaatdijk, behalve mogelijk drie onderdelen:

- de paalfunderingen van de woningen die door de 1:18 lijn gaan;
- eventueel aan te leggen gesloten geothermische systemen (bodemwarmtepompinstallaties);
- recreatiesluis in de Klimaatdijk.

Gezien de verdichting en de grondslag zal bij toepassing van grondverdringende palen geen significant negatief effect en waarschijnlijk zelfs een positief effect op de verdichting en grondeigenschappen optreden en daarmee op de sterkte-eigenschappen van de Klimaatdijk, daarnaast is de Klimaatdijk zo ontworpen dat deze robuust is, dus er is geen negatief effect op de stabiliteit en veiligheid van de waterkering te verwachten.

Als andere dan grondverdringende palen worden toegepast zal de initiatiefnemer aan moeten tonen dat dit geen negatief effect heeft op de verdichting en sterkte-eigenschappen van de grond onder de 1:18 lijn. Is dit wel het geval dan zal een aanvullende beschouwing van de sterkte van de waterkering uitgevoerd moeten worden.

Indicatief kan voor 300 woningen gerekend worden op circa 30 palen per woning, dus circa 10000 palen. De paalfundering beïnvloedt de grondwaterstand niet, omdat het beschikbare oppervlak in de watervoerende lagen geohydrologisch niet merkbaar wordt verminderd.

Het gesloten geothermisch systeem heeft geen effect op de grondwaterstand tijdens maatgevend hoogwater omdat de enige interactie met de bodem optreedt door de uitwisseling van warmte en koude. De uitwisseling vindt plaats doordat het geleidemiddel in de buizen stroomt. Hierdoor wijzigt de grondwaterstroming niet.

In het plan is in de Klimaatdijk ook een recreatiesluis voorzien. Bij de aanleg van deze sluis zal rekening moeten worden gehouden met de eisen die gelden voor waterkerende constructies in primaire waterkeringen. Deze rapportage gaat verder niet in op deze sluis, omdat hier een apart spoor voor doorlopen zal worden.

Uitgaande dat bij de uitvoering en uitwerking van het plan bovenstaande in acht wordt genomen kan geconcludeerd worden dat de voorliggende plannen ten aanzien van woningbouw op het nog te realiseren grondlichaam boven de Klimaatdijk geen negatieve invloed hebben op de stabiliteit en veiligheid van de waterkering en op alle punten rekening houden met de beperkende voorwaarden ten aanzien van dijkveiligheid, zoals gesteld in het Projectplan Waterwet en DO Klimaatdijk.

7.2 Aanbevelingen

Bij een nadere uitwerking van de plannen zullen mogelijk aanvullende vergunningen en projectplan opgesteld moeten worden en ingediend moeten worden voor het grondlichaam en de te realiseren waterhuishouding en mogelijk zijn er ontheffingen en/of Waterwetvergunningen noodzakelijk bij de daadwerkelijke realisatie van de plannen. Deze zaken maken nu geen onderdeel uit van deze beschouwing. Deze beschouwing presenteert een beschouwing van de huidige plannen en de mogelijke effecten op de waterveiligheid.

Ook niet direct van invloed op de veiligheid van de waterkering, maar opgemerkt moet worden dat de voorziene waterhuishouding afwijkt van de situatie van het aanvullend projectplan Waterwet dat op dit moment vigerend is. Wellicht zal hier al aandacht voor zijn, waarschijnlijk zal het waterschap ook inzicht in behoeven.

Als geen grondverdringende palen worden toegepast zal de initiatiefnemer aan moeten tonen dat dit geen negatief effect heeft op de verdichting en sterkte-eigenschappen van de grond onder de 1:18 lijn. Is dit wel het geval dan zal een aanvullende beschouwing van de sterkte van de waterkering uitgevoerd moeten worden.

Wanneer andere typen doorsnijdingen van de 1:18 lijn worden voorzien, dient vanzelfsprekend aanvullend aangetoond te worden dat dit geen negatief effect heeft op de stabiliteit, zetting en voorgeschreven verdichting.



REFERENTIES

- 1 (RWS): Projectplan waterkeringen IJsseldelta-Zuid, RWS-2013/63085, d.d. 12 december 2013
- 2 Royal Haskoning, Tauw Witteveen+Bos, Planstudie IJsseldelta Zuid (2012) Deelproduct 3
Waterkeringsplan Planstudie IJsseldelta-Zuid Definitief rapport 17 augustus 2012 ZL384-195/schs5/012
- 3 (Isala Delta): Ontwerpnota DO Klimaatdijk, IJD-OTDW-ONT-0012, d.d. 27 juli 2016
- 4 (Isala Delta): Ontwerpnota DO Woonterp, IJD-OTDW-ONT-0008, d.d. 27 juli 2017
- 5 (Isala Delta): Projectplan Waterwet waterkeringen, VER-00008, d.d. 19-02-2014
- 6 (Isala Delta): Aanvullend Projectplan Waterwet restontwerpen, VER-00108, d.d. 29-10-2015

! Referenties 1 en 2 zijn openbare stukken: <http://www.ruimtevoorderivierijsseldelta.nl/nl/>

Stukken 3 tot en met 6 zijn ingezien en in te zien bij Project IJsseldelta (opdrachtgever: Rijkswaterstaat en de provincie Overijssel).

Bijlage(n)

I

BIJLAGE: REEVE DOORSNEDES

+5.65

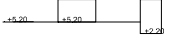
+5.65

+2.20

+2.10

+2.20

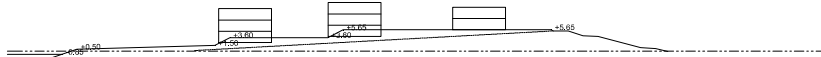
Indicatie hoogteverloop - hoogteverloop n.t.b. l.v.m. funderingsdiktes etc.
doorsnede AA'



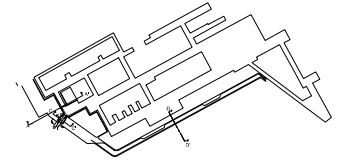
Indicatie hoogteverloop - hoogteverloop n.t.b. l.v.m. funderingsdiktes etc.
doorsnede BB'



Indicatie hoogteverloop - hoogteverloop n.t.b. l.v.m. funderingsdiktes etc.
doorsnede CC'



Indicatie hoogteverloop - hoogteverloop n.t.b. l.v.m. funderingsdiktes etc.
doorsnede DD'



Mv			
BPD en Gemeente Kampen			
project			
Reeve			
ontwerp			
Doorsnedes indicatief			
afmeting	maat	schaal	formaat
	SO	1:500	A1
datum	11.07.2017		
tekening nummer	CONCEPT		

DELVA Landscape Architects
 NL: Hoogen Plaat 711, 1018 BE Amsterdam
 BE: Oude Kerkstraat 40, 1016 CA Amsterdam
 www.delvala.nl | info@delvala.nl | +31 (0)20 220 80 78

