

aan Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
t.a.v. Marleen Galema
van Luc ter Schiphort en Youri van den Herik
datum 2-12-2019
referentie Bijlage bij 1800904A26-R19-343
onderwerp Beoordeling impact NWO's

PO Box 5094,
2600 GB Delft,
The Netherlands
Elektronicaweg 2,
2628 XG Delft
T +31 88 99 04 500

Inleiding

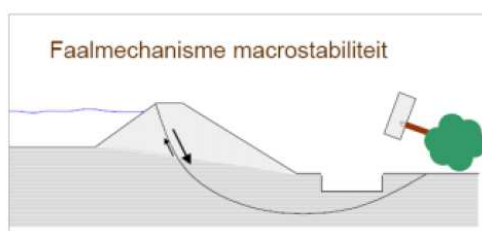
In deze notitie wordt de impact van de verschillende Niet-waterkerende objecten (NWO's) op de waterveiligheid beoordeeld. Deze notitie is onderdeel van de scopebepaling van de Wheredijk. Voor de uitgangspunten en referenties wordt ook naar deze rapportage verwezen.

Op en langs de kade staan diverse objecten die geen onderdeel uitmaken van de kade. In dit hoofdstuk wordt de impact van deze objecten op de waterveiligheid bepaald. Hierbij worden de volgende objecten in beeld gebracht:

- Bomen;
- Bebouwing;
- Kabels en leidingen;
- Overige constructies.

Bomen

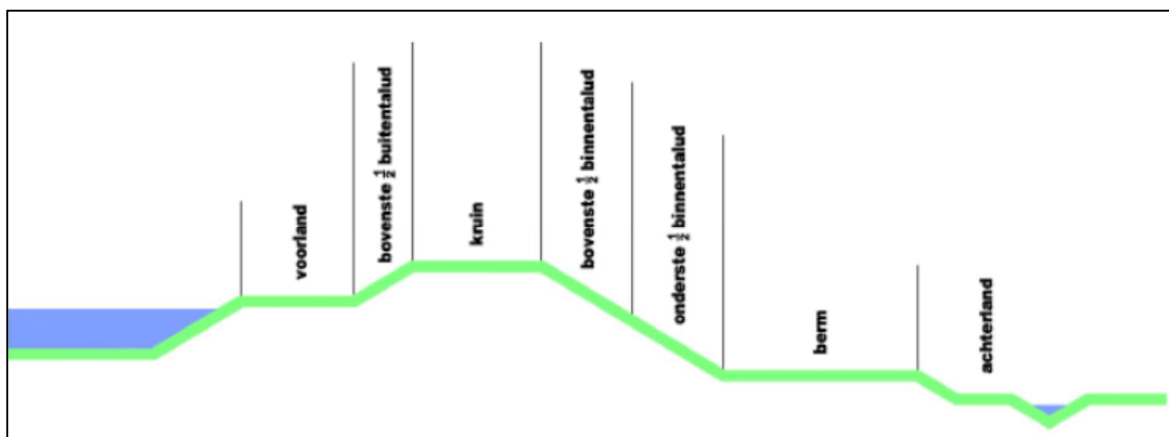
De aanwezigheid van bomen kan invloed hebben op de waterveiligheid van een waterkering. Het ontgronden van bomen door windbelasting heeft een negatieve invloed op de macrostabiliteit. In omgewaaide toestand kan een ontgrondingskuil ontstaan, waardoor de waterveiligheid van de dijk ondermijnd wordt (figuur 1).



figuur 1: ontgrondingskuil bij omgewaaide toestand [4].

De bomen die zich binnen het leggerprofiel van de kade bevinden zijn getoetst en beoordeeld volgens bijlage 6 van de LTVRW [4]. De manier waarop een boom in de berekening wordt meegenomen, verschilt per zone en faalmechanisme.

In figuur 2 is een overzicht weergegeven met alle mogelijke zones binnen een boezemkade.

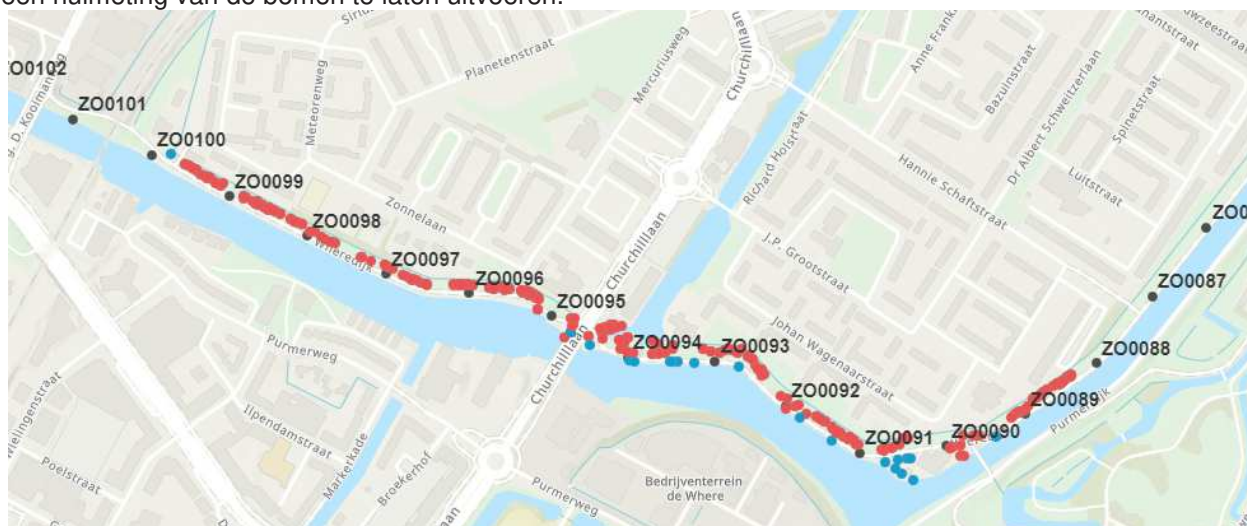


figuur 2: Indeling zones boezemkaden bij beoordeling bomen [4].

Op basis van de bovenstaande indeling en de eerder getoetste faalmechanismen wordt bepaald of de boom als belasting wordt beschouwd of dat er rekening wordt gehouden met een ontgrondingskuil. Het gewicht en de windbelasting worden alleen geacht een negatieve invloed te hebben, indien de boom op de kruin staat of op de bovenste helft van het binnen of buitentallud.

Aanwezigheid bomen

Op basis van de BGT en de luchtfoto is de locatie van de bomen bepaald. De locatie van de bomen tussen de teensloot en de boezem is weergegeven in figuur 3. Hierin staan de bomen uit de BGT in het rood weergegeven en de bomen uit de luchtfoto in het blauw. Besloten is om in de volgende fase van het project een nulmeting van de bomen te laten uitvoeren.



figuur 3: Locatie bomen langs Wheredijk

Uit de BGT en de luchtfoto blijkt dat de meeste bomen op de onderberm staan. Ook op het buitentallud, in de tuinen van de woonboten staan enkele bomen. Deze staan voornamelijk in de tuinen tussen de Churchilllaan en het gebouw van de roevereniging.

Impact bomen op waterveiligheid

Vanwege de hoeveelheid bomen op de kade is het ondoenlijk om voor iedere boom een aparte berekening te maken. Om deze reden zijn de beoordelingsprofielen uit paragraaf 6.2 van de scopebepaling gebruikt bij het beoordelen van de bomen en wordt ook dezelfde dijkvakindeling gehanteerd.

Per dijkvak is één maatgevende boom beoordeeld. Hiervoor is per dijkvak onderzocht binnen welke zones zich bomen met een hoogte van meer dan 5 m bevinden, waarna berekend wordt welke locatie het meest maatgevend is.

Stap 1: Waterkering zonder boom voldoende veilig?

De waterveiligheid van de waterkering zonder boom is eerder in de scopebepaling waterveiligheid behandeld. Volgens de LTVRW worden de bomen binnen dijkvakken die als oordeel "onvoldoende" hebben gekregen, niet beoordeeld. Uit de toetsing blijkt echter dat een groot deel van de Wheredijk is afgekeurd op stabiliteit. Om toch een beeld van de impact van de bomen op de waterveiligheid, is ook bij de afgekeurde secties bekeken wat de gevolgen zijn van het falen van een boom op de stabiliteit van de kade. Hierbij zijn sectie 6B.1 en 6B.2 samengevoegd, omdat de afstand van de teensloot in beide secties hetzelfde is. Voor deze sectie is het rekenprofiel van sectie 6B.1 als maatgevend aangehouden.

Stap 2: Waterkering is goedgekeurd op basis van "veilige afmetingen", stabiliteit speelt geen rol, of boom staat buiten het beoordelingsprofiel

Voor de dijkvakken waarvan de stabiliteit zonder bomen wel voldoet, is gecontroleerd of deze goedgekeurd kunnen worden op basis van "veilige afmetingen" (of "verheelde kade"). De resultaten van deze controle zijn in tabel 1 weergegeven.

tabel 1: Overzicht goedkeuring "verheelde kade"

Sectie [-]	Veilige afmetingen [ja/nee]	Oordeel [voldoende/n.t.b.]
6B.1+2	Nee	n.t.b. → stap 3
6B.3	Nee	n.t.b. → stap 3
6B.4	Nee	n.t.b. → stap 3
6B.5	Nee	n.t.b. → stap 3

Stap 3: Hoogte boom

Per dijkvak is bepaald of er bomen met een hoogte van meer dan 5 meter voorkomen. De resultaten hiervan zijn in tabel 2 weergegeven.

tabel 2: Resultaten bepaling bomen >5 m

Sectie	Resultaat
6B.1+2	Ja
6B.3	Ja
6B.4	Ja
6B.5	Ja

Stap 4: Locatie boom

Op basis van stap 3 is gebleken dat binnen alle dijkvakken bomen met een lengte van meer dan 5 meter aanwezig zijn. Voor elk dijkvak is afzonderlijk onderzocht waar op de kade deze bomen zich bevinden. Deze locaties zijn in figuur 3 weergegeven. Hierbij is vermeld welke faalmechanismen opnieuw beoordeeld moeten worden.

tabel 3: Overzicht te beschouwen faalmechanismen

sectie [-]	Locatie [-]	Te beoordelen faalmechanismen [-]
6B.1+2	Onderberm	STBI
6B.3	Onderberm, boven ½ buitentalud	STBI, HT*, STBU*
6B.4	Onderberm, boven ½ buitentalud	STBI, STBU
6B.5	Onderberm, boven ½ buitentalud, binnentalud	STBI, STBU

*HT en STBU worden niet beschouwd vanwege een groot voorland. Wanneer STBI en STBU voldoet wordt ook HT niet beschouwd.

Voor de invloed van belasting is uitgegaan van maatgevende omstandigheden volgens de LTVRW [4]. De hoogte van de hoogste boom is als uitgangspunt gehanteerd. De uitgangspunten zijn opgenomen in tabel 4. De hoogte van de boom is bepaald op basis van de ruwe datagegevens uit de AHN [1].

tabel 4: Overzicht uitgangspunten bomen per kadevak

Dijkvak [-]	Locatie [-]	Te beoordelen faalmechanismen [-]
6B.1+2	Onderberm	STBI*
6B.3	Onderberm, kruin	STBI*, HT, STBU*
6B.4	Onderberm, kruin	STBI*, HT, STBU*
6B.5	Onderberm, kruin, binnentalud	STBI*, HT, STBU*

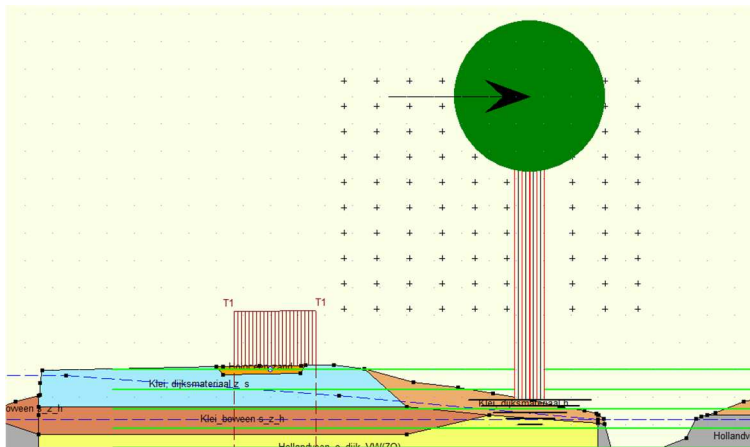
*bij de berekening van STBI wordt zowel een ontgrondingskuil als de invloed van eigengewicht en wind beschouwd. Bij de berekening van STBU wordt alleen de invloed van eigengewicht en wind beschouwd

Uitkomst berekeningen invloed eigengewicht en wind

Per dijkvak is berekend wat het effect van de aanwezige bomen op de stabiliteit van de kade is. Bij STBI en STBU zijn de volgende toetsingen uitgevoerd:

- Invloed eigengewicht boom en windbelasting op boom op het aandrijvend moment
- Uitvoeren sterkteberekeningen macrostabiliteit conform Leidraad toetsen op veiligheid regionale keringen waarbij rekening gehouden wordt met een ontgrondingskuil 4x1 meter (breedte x diepte).

De invloed van het eigen gewicht van de boom en de windbelasting op de boom op het aandrijvend moment kan worden gemodelleerd in D-Geo Stability, versie 18.1. Een voorbeeld is weergegeven in figuur 4. De berekeningen zijn uitgevoerd bij de handhaving van de huidige inrichting van de kruin.



figuur 4: voorbeeld van schematisatie boom in D-Geo Stability

In tabel 5 en tabel 6 zijn de resultaten van de invloed van de windbelasting op de boom voor respectievelijk STBI en STBU opgenomen. Deze berekeningen kunnen alleen met het model Bishop worden doorberekend.

tabel 5: Resultaten berekeningen STBI bij boom

Sectie	Bishop			Oordeel
	Toetsing	Eis	Ber.	
6B.1+2	1,37	1,20	1,02	O
6B.3	1,20	1,20	1,08	O
6B.4	1,20	1,20	1,06	O
6B.5	1,24	1,20	1,24	V

tabel 6: Resultaten berekeningen STBU bij boom

Sectie	Bishop			Oordeel
	Toetsing	Eis	Ber.	
6B.1+2	-	1,20	1,05	O
6B.3	-	1,20	-	-
6B.4	-	1,20	1,09	O
6B.5	-	1,20	1,35	V

Uitkomst berekeningen ontgrondingskuil

Daarnaast wordt onderzocht wat de invloed is van een eventuele ontgraving van de boom. Hierbij wordt op de locatie van de boom een kuil geschematiseerd met een diepte van 1,0 m en een breedte van 4,0 m. hiermee wordt het omvallen van een boom geschematiseerd.

In tabel 7 zijn de resultaten van de invloed van de ontgrondingskuil voor STBI opgenomen. Voor de binnenwaartse stabiliteit wordt het model van Spencer en Bishop gebruikt. Voor de buitenwaartse stabiliteit wordt een ontgrondingskuil niet als maatgevend geacht.

tabel 7: Resultaten berekeningen STBI bij ontgrondingskuil

Sectie	Spencer			Bishop			Oordeel
	Toetsing	Eis	Ber.	Toetsing	Eis	Ber.	
6B.1	1,08	1,14	1,05	1,37	1,20	1,13	O
6B.3	1,02	1,14	0,96	1,20	1,20	1,06	O

Sectie	Spencer			Bishop			Oordeel
	Toetsing	Eis	Ber.	Toetsing	Eis	Ber.	
6B.4	1,02	1,14	0,95	1,20	1,20	1,15	O
6B.5	1,19	1,14	1,07	1,24	1,20	1,24	O

Beoordeling bomen op de kruin

Voor de bomen op de kruin is onderzocht of een ontgrondingskuil van invloed is op de kruinhoogte. Hierbij dient onderzocht te worden of een boom binnen 3,50 m uit de binnen- en buitenkruinlijn staat (helft van ontgrondingskuil + 1,50 meter restbreedte kruin). Omdat de leggerlijn in het hart van de weg (aslijn) ligt, wordt onderzocht of de boom minimaal 2,75 m uit leggerlijn staat. Als de boom hierbinnen valt, is op basis van de daadwerkelijke geometrie onderzocht of restbreedte op de minimale hoogte van de kade (NAP -0,05 m) overblijft. In tabel 8 zijn de resultaten van de beschouwing opgenomen. Bij de beoordeling van de bomen is geen rekening gehouden met de eventuele invloed van het ontstaan van een eventuele ontgrondingskuil op de leidingen in de kade. Om deze reden is er geen oordeel gegeven voor de bomen op de kruin

tabel 8: Resultaten beschouwing bomen op de kruin

Sectie	Boom- hoogte	Rest- breedte	Oordeel
	m	m	
6B.1 Z089+41	3,70	n.v.t.	V
6B.3 Z089+85	6,00	3,80	Geen oordeel
6B.4 Z091+98	7,00	3,20	Geen oordeel
6B.4 Z091+80	6,30	3,20	Geen oordeel
6B.6 Z093+92	11,30	5,20	Geen oordeel
6B.1 Z094+50	-*	n.v.t.	V
6B.1 Z095+18	6,00	4,40	Geen oordeel

*het leggerprofiel ligt ver buiten de kruin van de kade. De kade heeft hier veilige afmetingen

Conclusie

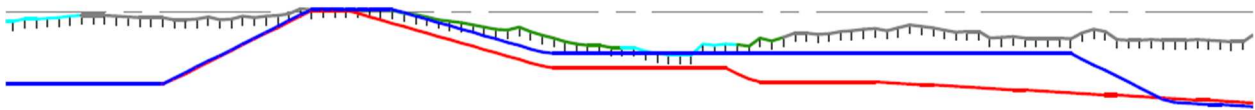
Uit de berekeningen wordt geconcludeerd dat de bomen op de onderberm zorgen voor onvoldoende binnenwaartse stabiliteit in sectie 6B.1 t/m 4. Ook een ontgrondingskuil zorgt binnen deze vakken op een onvoldoende stabiele binnenwaartse stabiliteit. Sectie 6B.5 scoort voldoende op buitenwaartse stabiliteit. Bomen op het buitentalud zorgen in sectie 6B.1, 2 en 4 voor het oordeel onvoldoende op buitenwaartse stabiliteit. De bomen binnen sectie 6B.5 scoren voldoende op buitenwaartse stabiliteit. Bomen >5 meter op het binnentalud en op de onderberm dienen ten behoeve van de waterveiligheid verwijderd te worden binnen sectie 6B.1 t/m 6B.5. Bomen >5 meter op het buitentalud dienen ten behoeve van de waterveiligheid verwijderd te worden binnen sectie 6B.1, 2 en 4. De bomen op de kruin hebben geen oordeel, omdat de gevolgen van het falen van de bomen op de leidingen in de kade niet bekend is.

De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in de bijlage.

Bebouwing

Binnen de kwalitatieve beschouwing van bebouwing is onderzocht of het bouwwerk inclusief verstoringszone of ontgrondingskuil het beoordelingsprofiel van de kade niet doorsnijdt. Als beoordelingsprofiel is het leggerprofiel aangehouden. Het gehanteerde leggerprofiel is in figuur 5 weergegeven.

Per dijkvak is op basis van de BGT [3] en de luchtfoto's [2] is onderzocht of zich bouwwerken binnen het leggerprofiel bevinden. Op basis van deze informatie is echter niet alle bebouwing te achterhalen omdat in de BGT maar een beperkt aantal bouwwerken staan en in de luchtfoto niet alle bouwwerken goed zichtbaar zijn. Hiervoor is besloten een nul-inspectie uit te laten voeren in de volgende fase van het project. In figuur 5 is het leggerprofiel bij dijkpaalnummer Z097 opgenomen. Bebouwing moet buiten de rode lijn vallen. De rode lijn is het normprofiel. Het normprofiel geeft de minimale afmetingen van een kade weer.



figuur 5: Leggerprofiel Z097

Indien een bouwwerk de leggerlijn niet snijdt, krijgt het dijkvak 'voldoende' als oordeel. Dit onder voorwaarde dat het dijkvak eerder zonder beschouwing van bebouwing is goedgekeurd. Indien een bouwwerk wel het leggerprofiel snijdt is 'geen oordeel' gegeven. Bij de schuren wordt er vanuit gegaan dat er geen kelder aanwezig is onder de schuren. Voor overige gebouwen is uitgegaan van een kelder met een diepte van 2.5 m. Bij de schuren is er vanuit gegaan dat deze op staal zijn gefundeerd met een diepte van 0,5 m. De resultaten van de kwalitatieve beschouwing van de bebouwing aan de Wheredijk is in tabel 9 weergegeven.

tabel 9: Resultaten kwalitatieve beschouwing bebouwing

Dijkvak [-]	Bebouwing snijdt leggerlijn? [ja/nee]	Type bebouwing [-]	Impact [-]
6B.1	ja	Woonboten en schuren	Geen oordeel
6B.2	ja	Woonboten en schuren	Geen oordeel
6B.3	ja	Roeivereniging	Geen oordeel
6B.4	ja	Woonboten en schuren	Geen oordeel
6B.5	ja	Woonboten en schuren	Geen oordeel
6B.6	ja	Woonboten en schuren en gemaal (kunstwerk)	Geen oordeel
6B.7	ja	Woonboten en schuren	Geen oordeel

De bebouwing op de Wheredijk zorgt ervoor dat er 'geen oordeel' gegeven moet worden als eindoordeel. De woonboten liggen buiten het leggerprofiel, maar voor de schuren naast de kruin is niet bekend hoe zij gefundeerd zijn. Voor het gebouw van de roeivereniging geldt dat niet bekend is of er zicht een kelder onder het gebouw bevindt. In het vervolgtraject dient nader onderzocht te worden of deze bebouwing binnen het leggerprofiel valt. Hiervoor wordt geadviseerd voor de uitwerking van de volgende fase een nul-meting uit te voeren.

Kabels en leidingen

Als onderdeel van de conditionerende onderzoeken, zijn de locaties van de kabels en leidingen inzichtelijk gemaakt. De mogelijke conflicten met het toekomstige ontwerp zijn in de analyse kabels en leidingen Wherebijk (bijlage 3 van de scopebepaling) in kaart gebracht.

In tabel 10 is een overzicht gegeven van de volgens VTV2006 [6] nader te beschouwen kabels en leidingen weergegeven.

tabel 10: Totaaloverzicht en samenvatting aanwezige kabels en leidingen

Van [hm]	Tot [hm]	Sectie	Stadsverwarming	Persleiding	Waterleiding	Kabels
Z0088+60	Z0089+60	6B.1	Buitenkruin en verloop naar teen	Buitenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin en Data in binnentalud
Z0089+50	Z0090+75	6B.3	Kruin en verloop naar binnenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin en Data in binnentalud
Z0090+75	Z0092+75	6B.1 6B.4	Buitenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin en Data in binnenkruin
Z0092+75	Z0093+60	6B.5	Binnenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin	Binnenkruin + Data in buitenkruin
Z0093+60	Z0094+40	6B.6	Binnenkruin	Buitenkruin	Binnenkruin en buitenkruin	Binnenkruin
Z0094+40	Z0095+00	6B.1	Churchillaan diverse kruisende kabels en leidingen waarop wordt aangesloten. Eis voorzorg voor kruisende waterleiding. Ook kruising hogedruk gasleiding.			
Z0095+00	Z0095+50	6B.1	Buitenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin en MS + Data in binnentalud
Z0095+50	Z0097+60	6B.1 6B.2	Buitenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin en MS + Data in binnentalud + Data in onderbarm
Z0097+60	Z0098+35	6B.1 6B.2	Buitenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin en MS + Data in binnentalud
Z0098+35	Z0099+00	6B.1 6B.2	Buitenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin	Buitenkruin en MS + Data + LS in binnentalud
Z0099+00	Z0099+70	6B.1 6B.2	Buitenkruin	Buitenkruin	Binnenkruin	Buitenkruin en MS + Data + LS in binnentalud
Z0099+70	Z0100+50	6B.7	Buitenkruin	Buitenkruin	Binnenkruin en richting teen	Diverse over kruin en binnentalud
Z0100+70	Z0100+90	6B/7	Spoorweg diverse kruisende kabels en leidingen waarop wordt aangesloten. Eis voorzorg voor kruisende buisleiding met gevaarlijke inhoud.			

Langs de gehele sectie zijn diverse nutsvoorzieningen aanwezig. De waterleiding en persleiding liggen over bijna het gehele traject in de buitenkruin. De leiding van stadsverwarming ligt aan het begin en het einde van de Wheredijk in de buitenkruin. Tussen het begin en einde van de Wheredijk ligt de stadsverwarming in de binnenkruin met bij iedere woonboot een doorsteek naar de buitenkruin. De woonboten zijn niet aangesloten op het gasnet. In de kruin van de kade is geen gasleiding aanwezig. Alleen de roeivereniging is aangesloten op het gasnet.

Ter plaatse van de Churchilllaan en het spoor zijn eisen met voorzorgsmaatregelen voorgeschreven ten behoeve van een aanwezige waterleiding (Churchilllaan) en een buisleiding met gevaarlijke inhoud van de Gasunie (Spoorweg). Ook kruist ter plaatse van de Churchilllaan een hogedruk gasleiding de waterkering.

In tabel 11 is een overzicht gegeven van de volgens VTV2006 [6] nader te beschouwen kabels en leidingen weergegeven.

tabel 11: Overzicht nader te beschouwen K&L

Soort	Beheerder	Type	Nader te beschouwen volgens VTV 2006
Datakabel(s)	SVP Distributie & Levering B.V. KPN Ziggo	Kabel	Nee
Rioolpersleiding	SVP Distributie & Levering B.V. Gemeente Purmerend	Leiding	Ja
Middenspanning	Liander	Kabel	Nee
Laagspanning	Liander Gemeente Purmerend	Kabel	Nee
Water	PWN	Leiding	Ja
Stadsverwarming	SVP Distributie & Levering B.V.	Leiding	Ja

In tabel 12 is opgenomen welke kabels en leidingen aanwezig zijn per dijkvak. In deze tabel is ook opgenomen of de aanwezigheid van kabels en leidingen nader wordt beschouwd voor de desbetreffende dijkvak. Indien een dijkvak zonder de aanwezigheid van NWO's al is afgekeurd op macrostabiliteit, wordt deze niet nader beschouwd.

tabel 12: overzicht aanwezigheid K&L

Dijkvak	Datakabel(s)	Rioolpers leiding	Midden spanning	Laag spanning	Water	Stads verwarming	Nader beschouwen op K&L
6B.2	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
6B.6	Ja	Ja	Nee	Ja	Ja	Nee (niet ter plaatse van maatgevend profiel)	Ja
6B.7	Ja	Ja	Nee	Ja	Ja	Ja	Ja

Conclusie

Uit de toetsing van bomen volgt dat bomen >5 meter op het binnentalud en op de onderberm ten behoeve van de waterveiligheid verwijderd dienen te worden binnen sectie 6B.1 t/m 6B.5. Bomen >5 meter op het buitentalud dienen ten behoeve van de waterveiligheid verwijderd te worden binnen sectie 6B.1, 2 en 4. De bomen op de kruin zijn in alle gevallen met voldoende beoordeeld, omdat voldoende restbreedte binnen het vak overblijft. Hierbij is echter geen rekening gehouden

De kwalitatieve beschouwing van de bebouwing op de Wheredijk heeft tot 'geen oordeel' geleid als eindoordeel. De woonboten liggen buiten het leggerprofiel, maar voor de schuren naast de kruin is niet bekend hoe zij gefundeerd zijn. In het vervolg dient onderzocht te worden of deze bebouwing binnen het leggerprofiel valt. Hiervoor is besloten een nul-inspectie uit te laten voeren om.

Uit de toetsing van kabels & leidingen volgt dat de inpassing van het dijkontwerp en de impact dan de hoger druk leidingen verder uitgedetailleerd moet worden. Hiervoor is uitwisseling van informatie met de netbeheerders nodig.

Volgens de legger [5] zijn geen overige constructies als inlaten binnen het kadetraject aanwezig. De toetsing voor overige constructies is daarmee vervallen.

Referenties

- [1] Het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN), AHN3, www.ahn.nl, d.d. kwartaal 1 2016
- [2] Luchtfoto, Aerodata Int. Surveys / Geocart, powered by CycloMedia, d.d. 2015
- [3] BGT, Basisregistratie Grootschalige Topografie, www.pdok.nl
- [4] Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen ('blauwe versie'), STOWA, 2015
- [5] Legger Wateren HHNK, (<https://hhnk.webgispublisher.nl/?map=Legger-wateren-2019-Ter-inzage>)
- [6] Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen (VTV) [Ministerie van Verkeer en Waterstaat, september 2007]