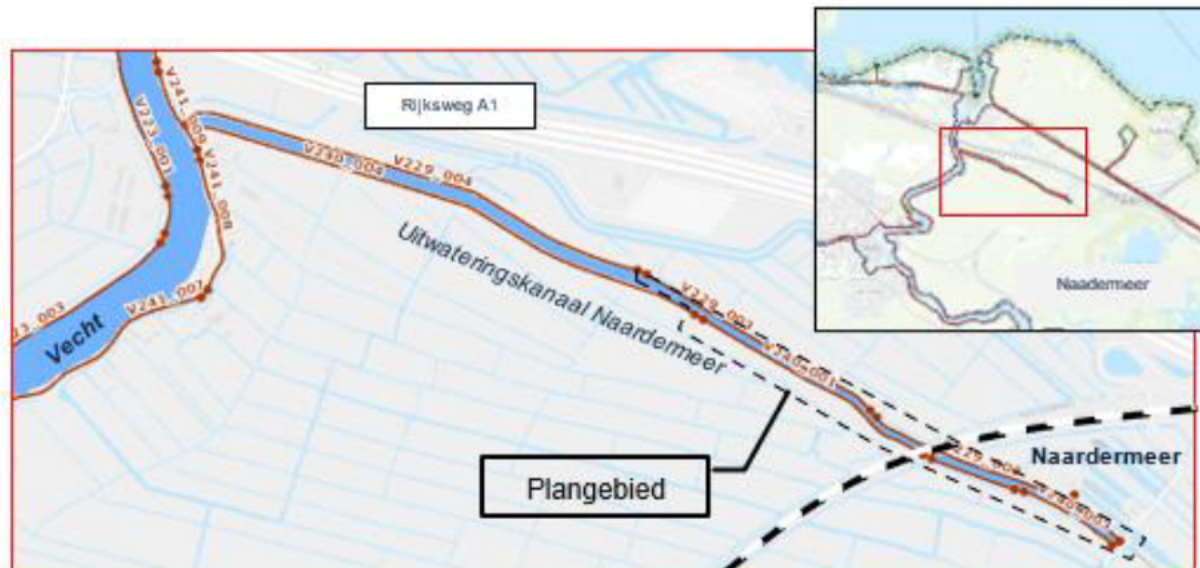


Notitie

Voor:	Waternet
Van:	■■■■■■■■■■
Controle:	■■■■■■■■■■
Vrijgave:	■■■■■■■■■■
Bedrijf:	Iv-Infra b.v.
Datum:	21 maart 2025
Referentie:	INFR220319 N-07
Onderwerp:	Bomentoets

1 Inleiding

Deze notitie beschrijft de resultaten van de bomentoets uitgevoerd voor het uitwateringskanaal Naardermeer voor de dijkvakken 2, 6, 8, 9, 10 en 11. In hoofdstuk 2 worden de maatgevende bomen besproken. Vervolgens is in hoofdstuk 3 de methodiek van de toetsing besproken om in hoofdstuk 4 en hoofdstuk 5 de resultaten en conclusie toe te lichten.



Figuur 1: Overzicht van het projectgebied



Classificatie: Intern

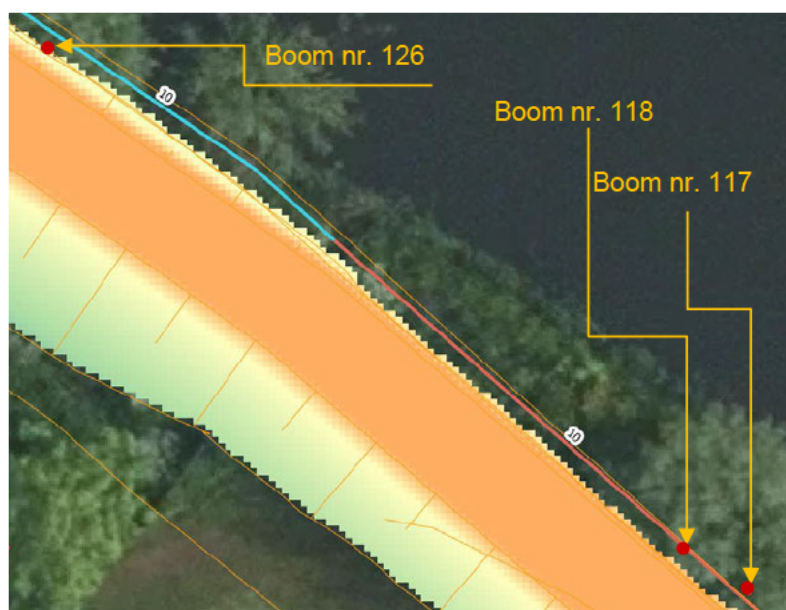
2 Bepaling maatgevende bomen

In paragraaf 2.1 is toegelicht welke maatgevende boom is gebruikt voor de analyse. Vervolgens is in paragraaf 2.2 de bepaling van de ontgrondingsdiepte is toegelicht.

2.1. Maatgevende boom

Voor elk dijkvak is er een maatgevende boom aangewezen. De maatgevende boom is bepaald aan de hand van de kluitgrootte en de locatie in het dijkprofiel. De maatgevende bomen zijn allemaal bomen waar het advies van de Bomenwacht is deze te kunnen behouden, vanuit de bomen effect analyse [3] (hierna BEA). De kluitgrootte is bepaald door Bomenwacht [1]. In de analyse van Bomenwacht hebben de bomen een nummering gekregen. In deze notitie is dezelfde nummering aangehouden die Bomenwacht hanteert [1]. Hieronder is per dijkvak aangegeven waarom de gekozen boom maatgevend is in dit dijkvak:

- **Dijkvak 2:** In dijkvak 2 staan geen bomen. Wel staat er een boom in dijkvak 3, deze staat 2,15 m vanaf de buitenkruinlijn. Aangezien de kluitstraal gelijk is aan 1,50 m wordt bij ontgroning de kruinhoogte niet aangetast. Hierdoor zijn er geen maatgevende bomen in dit dijkvak.
- **Dijkvak 6:** In dijkvak 6 zijn er veel bomen aanwezig, met verschillende afstanden tot de waterkering. Niet alle bomen zijn door Bomenwacht geanalyseerd. Van de geanalyseerde bomen is boom 184 maatgevend, deze boom staat in het binnentalud en heeft de kortste afstand tot de binnenkruinlijn. De kluitstraal is gelijk aan 1,25 m. Het gros van de bomen staat net buiten de binnentalud, en dus niet op het binnentalud.
- **Dijkvak 8:** Het advies van Bomenwacht is om de volgende bomen te kappen door een onhoudbare verandering in kwaliteit van de groeiplaats: bomen 3, 4, 6, 7, 17, 18, 19, 20 [1]. Dit betekent dat de eerste bomen met het advies 'Behouden' bomen 5 en 62 zijn. Beide bomen hebben een afstand van ongeveer 4,70 m tot de buitenkruinlijn.
- **Dijkvak 9:** In dijkvak 9 staan vier bomen, nummer 92 t/m 95. Boom 95 heeft de grootste kluit met een straal van 1,75 m en staat 0,30 m van de buitenkruinlijn af. Boom 94 heeft een kluit met een straal van 1,50 m, maar staat 0,10 m binnen de buitenkruinlijn. Daarom neemt boom 94 bij ontgroning een groter gedeelte van de kruin mee, en is daarmee maatgevend. Echter het advies van Bomenwacht is bij alle vier de bomen om deze te kappen aangezien door het ophogen van het maaiveld het verlies van de kwaliteit van de groeiplaats onhoudbaar is [1]. In het volgende hoofdstuk is nog wel gekeken naar het gevolg van het vallen van een boom. Hiermee kan gekeken worden of de invloed van de ontgroning dusdanig klein is, dat het misschien het risico waard is om te kijken of de bomen de ophoging overleven en anders natuurlijk sterven.
- **Dijkvak 10:** In dijkvak 10 staan er drie bomen op de kruin, de andere bomen staan zo ver van de kruin dat ze geen invloed hebben op de hoogte. De bomen hebben alle drie dezelfde straal van de stabiliteitskluit. Daarom is de boom het dichtste op de kruin maatgevend, dit is boom 126. Boom 126 heeft een afstand tot de kruin van 0,80 m. Echter is het advies van Bomenwacht om deze boom te kappen door onhoudbaar verlies in kwaliteit van groeiplaats door de ophoging [1], waardoor deze boom niet meegenomen wordt. Daarom is boom 118, met een afstand van 0,90 m maatgevend.



Figuur 3: Verschillende bomen in dijkvak 10 ten opzichte van de kruinlijn met hun nummering

- Dijkvak 11:** In dijkvak 11 staan er meerdere bomen op de kruin en iets verder binnenwaarts van de kruin. De bomen verder binnenwaarts staan meer dan 3,5 meter van de binnenkruinlijn. Aangezien deze bomen een kluitgrootte met een straal van 175-225 cm hebben, wordt bij het ontgronden de kruin niet aangetast. Voor dijkvak 11 geldt alleen een hoogte opgave, waar deze bomen dus geen invloed op hebben. De bomen nummer 96, 97, 98 en 112 t/m 116 staan op de kruin en beïnvloeden wel de hoogte bij ontgroning. Boom 96, 97, 98 en 112 t/m 116 hebben de grootste kluit, en aangezien boom 97 het dichtste op de kruin staat in de verhoogde situatie (30 cm vanaf de kruin), is boom 97 maatgevend. In Figuur 4 zijn de verschillende bomen weergegeven, met hun locatie ten opzichte van de kruin. Binnen deze bomen is boom 98 (de zomereik) ook meegenomen. Deze boom ligt vrijwel direct tegen de kruin aan en heeft ook invloed op de kerende hoogte van het dijklichaam.



Figuur 4: De verschillende bomen op de kruin in dijkvak 11. In oranje en geel is het raster van de ophoging van de kruin weergegeven

2.2. Diepte ontgrondingskuil

Aangezien er door Bomenwacht geen diepte van de ontgrondingskuil bepaald is, is deze gehaald uit een ander rapport van Bomenwacht [2]. Hier is door Bomenwacht aangegeven hoe diep de doorwortelbare diepte van verschillende bomen betreft. De doorwortelbare diepte van een bomensoort is gekoppeld aan dezelfde boomsoort binnen de projectscope van dit project. Dit geeft een indicatie van de doorwortelbare diepte. Bij de toetsing op hoogte heeft de doorwortelbare diepte geen invloed op het resultaat aangezien de resterende kruinbreedte belangrijk is. Echter, de doorwortelbare diepte kan bij de toetsing op stabiliteit wel invloed hebben op het resultaat. Een diepere ontgrondingskuil zorgt potentieel voor een lagere veiligheidsfactor.

3 Methodiek van toetsing

3.1. Hoogte

De bomentoets op hoogte is uitgevoerd indien de boom hoog in het binnen- of buitentalud of in de kruin staat. In dit geval kan een ontgrondingskuil er voor zorgen dat er onvoldoende breedte van de kruin overblijft.

De beoordeling van de bomen op basis van het faalmechanisme hoogte is gedaan aan de hand van de maatgevende boom. De breedte van de ontgrondingskuil van de maatgevende boom is bepaald aan de hand van de gegevens van Bomenwacht [1]. Met behulp van de QGIS Profile tool is het dijkprofiel op de locatie van de maatgevende boom bepaald. Bij het maken van dit dijkprofiel is de ophoging meegenomen zoals deze in uit de VO-tekeningen is ingepast. Vervolgens is in Excel de ontgrondingskuil in het dijkprofiel getekend. Aan de hand hiervan is bepaald of er voldoende breedte van de dijk op hoogte overblijft om de boom te behouden.

3.2. Stabiliteit (STBI)

De bomentoets op binnenwaartse stabiliteit is uitgevoerd indien de boom in de onderste helft van het binnentalud of in het achterland staat. Hier heeft een ontgrondingskuil een negatief effect op stabiliteit, door het verwijderen van weerstand biedende grond.

Bij de beoordeling van de bomen op het faalmechanisme binnenwaartse stabiliteit (STBI) is de ontgrondingskuil van de maatgevende boom, in het maatgevende dwarsprofiel van het dijkvak getekend. Dit houdt in dat de ontgrondingskuil in de bestaande VO-berekeningen [4] zijn toegevoegd. De berekening is vervolgens opnieuw uitgevoerd om te beoordelen of de dijk met ontgrondingskuil nog steeds voldoet aan de stabiliteitseis van 1,01 voor een berekening met Bishop.

4 Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de uitgevoerde analyse beschreven per dijkvak.

4.1. Dijkvak 3

In dijkvak 3 staat er een boom (boom nummer 123) die de kruin niet aantast als er ontgroning plaatsvindt. Echter, deze boom is in de BEA [1] afgekeurd wegens het verlies in de kwaliteit van groeiplaats door de ophoging.

4.2. Dijkvak 6

Er is één boom in dijkvak 6 die midden in de kruin staat. Deze boom zou bij ontgroning de gehele kruin meenemen. Dit betreft boom 91. Deze boom voldoet niet op het faalmechanisme HT.

In de berekening van de stabiliteit is de diepte van de ontgrondingskuil van significante waarde. Wederom is er gekeken naar het vergelijkbare project in Aa en Maas [2], waarin is gekeken naar dezelfde soort boom met eenzelfde kluitgrootte. Dit geeft een doorwortelbare diepte van 0,75 m.

De maatgevende boom voor de stabiliteitsanalyse betreft boom 184, en deze voldoet niet aan de veiligheidseis van 1,01 voor Bishop, aangezien bij het toevoegen van een ontgrondingskuil de veiligheidsfactor 0,99 bedraagt. Om te kijken welke bomen er wel en niet goedgekeurd kunnen worden, is er gekeken naar de minimale afstand tussen de binnenkruinlijn en de locatie van de boom (hart boom), waarbij wél aan de stabiliteitseis wordt voldaan. Zo kan een inschatting gemaakt worden van welke bomen in het dijkvak wel voldoen. In figuur 5 is het resultaat van deze berekening te zien, deze voldoet met 1,01 precies aan de stabiliteitseis. Dit betekent voor de maatgevende boom: als er een afstand van 9,05 m tussen de stam en de binnenkruinlijn zit, wordt er voldaan aan de stabiliteitseis wanneer er ontgroning plaats vindt.

Aanvullend is gecontroleerd of er wel wordt voldaan aan de benodigde stabiliteitseis, indien er bij ontgroning van de maatgevende boom (boom nummer 184) zonder verkeersbelasting wordt gerekend. Dit is het geval. Conform [5] is het toegestaan om de robuustheidsfactor en de verkeersbelasting achterwege te laten bij de beoordeling van bomen. Hiermee voldoen alle bomen in dijkvak 6.

Conclusie: Boom 91 staat midden op de kruin en voldoet niet op aan de waterveiligheidseis van HT. Voor stabiliteit is bepaald dat als de kluit rijkt tot 7,83 m vanaf de binnenkruinlijn, de waterkering ook bij ontgroning van een boom stabiel is. Wanneer de afstand tussen het uiterste punt van de kluit en de binnenkruinlijn kleiner is, voldoet de boom niet meer aan de stabiliteitseis. Dit komt overeen met een benodigde afstand tussen de aslijn van de maatgevende boom met een kluitstraal van 1,25 m en de binnenkruinlijn van minstens 9,05 m, om te voldoen aan de stabiliteitseis.

In paragraaf 5.1 is een overzicht gegeven van alle bomen die niet aan de veiligheidseis voldoen per vak.



Alle bomen in dijkvak 6 voldoen in het geval van ontgronding, als er zonder verkeersbelasting wordt gerekend (zie figuur 7). Hierin is de stabiliteitsfactor berekend indien de maatgevende boom (boom nummer 184) omvalt en een ontgrondingskuil achter laat. Er volgt een stabiliteitsfactor van 1,07, waarbij elke boom in dit dijkvak kan worden goedgekeurd. Dit is conform [5] toegestaan bij de beoordeling van bomen.



Boom nummer 88 staat midden op de kruin en zou bij ontgronding de gehele kruin meenemen. Deze boom voldoet niet op het faalmechanisme HT.

Conclusie: Boom 88 voldoet niet aan het eis voor het faalmechanisme HT. Voor stabiliteit zijn de maatgevende bomen 5 en 62. Deze bomen voldoen niet aan de veiligheidseis bij ontgronding. De afstand tussen het uiterste punt van de kluit en de buitenkruinlijn moet minstens 7,83 m bedragen. Bomen die dichterbij de kruin staan dan deze afstand, voldoen niet aan de veiligheidseis.

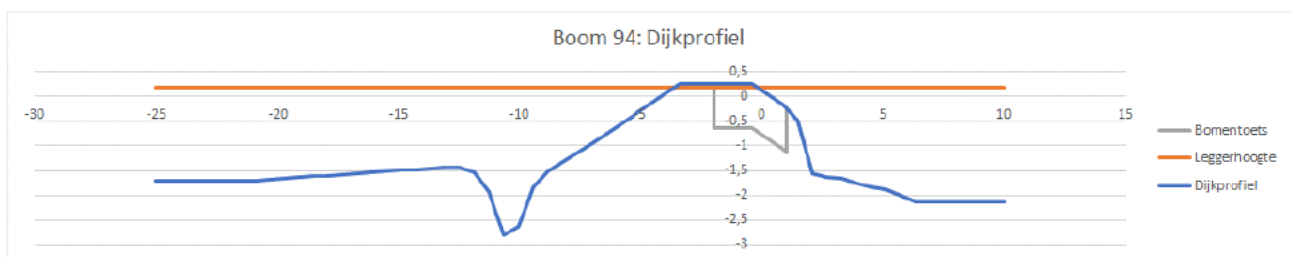
9/14

4.4. Dijkvak 9

Bij ontgroning van boom 92 en 93 wordt de kruin minimaal aangetast, deze bomen kunnen daardoor goedgekeurd worden: Boom 92 heeft een kluitstraal van 1,25 m en staat 1,5 m van de buitenkruinlijn, en tast daarmee de kruin niet aan. Boom 93 heeft een kluitstraal van 1,5 m en heeft een afstand van 1,10 m van de buitenkruinlijn. Daarmee blijft er 2,60 m van de kruin over. Echter, merk op dat het advies van Bomenwacht voor deze bomen is om ze te kappen, aangezien het verlies in de kwaliteit van groeiplaats door de ophoging onhoudbaar zou zijn [1].

Zoals omschreven in hoofdstuk 2 zorgt boom 94 voor de kleinste resterende kruin bij ontgroning, al is het verschil met boom 95 minimaal. In figuur 8 is te zien dat er nog 1,40 meter kruin op hoogte overblijft als de ontgrondingskuil ingetekend is, dit is minder dan de vereiste 1,50 m, en zou de boom dus niet behouden kunnen worden.

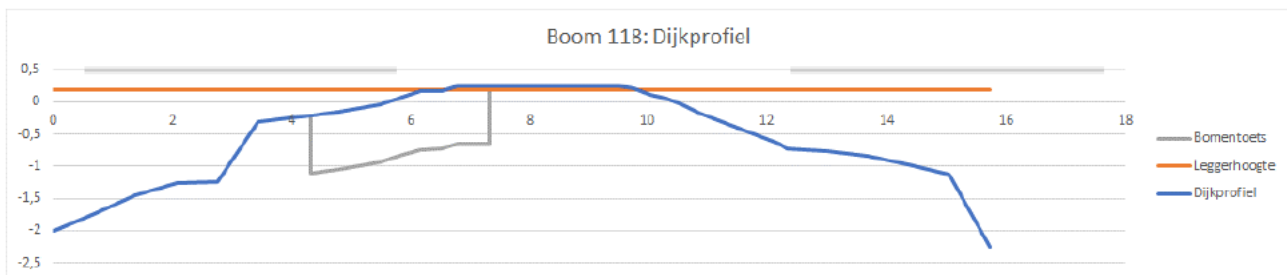
Conclusie: Voor dijkvak 9 kunnen een aantal bomen goedgekeurd worden, een aantal bomen voldoen niet. Voor al deze bomen (92, 93, 94 en 95) is het advies van Bomenwacht om ze te kappen, aangezien het verlies in de kwaliteit van groeiplaats door de ophoging onhoudbaar zou zijn [1].



Figuur 8: Resultaat bomentoets boom 94 dijkvak 9

4.5. Dijkvak 10

Voor dijkvak 10 is boom 118 ingetekend, de boom met het advies behouden dichtste bij de kruin. Aangezien er geen doorwortelbare diepte is aangegeven in de rapportage van Bomenwacht Nederland [1], is er gekeken naar de rapportage van Aa en Maas [2]. Hierin is gezocht naar een boom van dezelfde soort en met vergelijkbare kluitgrootte. Van deze boom is de doorwortelbare diepte overgenomen, voor boom 118 is een doorwortelbare diepte van 90 cm aangehouden. De stambreedtes van de bomen uit de verschillende rapportages zijn niet gelijk, echter is de invloed van de diepte van ontwortelingskuil op de hoogte irrelevant voor hoeveel kruin er op hoogte overblijft zoals te zien in figuur 9. Wanneer de doorwortelbare diepte van de boom kleiner is, heeft dit geen invloed op het resultaat qua hoogte. Wanneer de boom zou ontgronden, blijft er ongeveer 2,17 m kruin over.

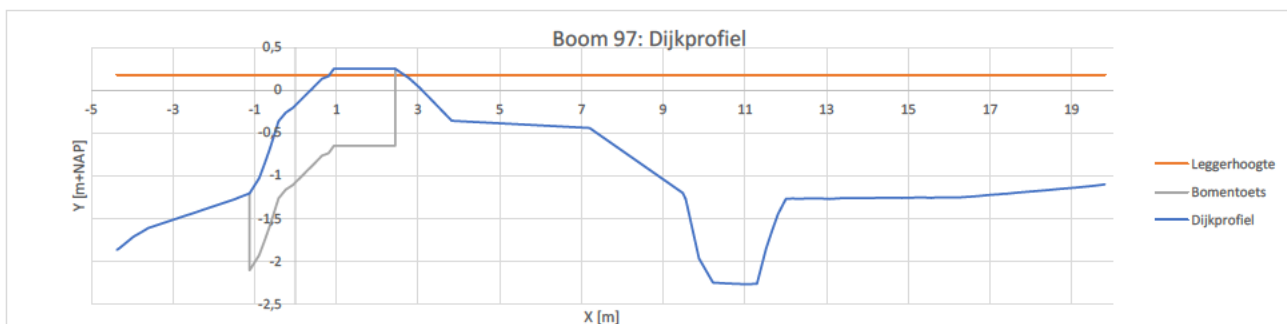


Figuur 9: Resultaat bomentoets boom 118 dijkvak 10

Conclusie: Bomen 117 en 118 in dijkvak 10 kunnen goedgekeurd worden op het faalmechanisme hoogte, aangezien er minimaal 2,17 meter kruin op hoogte overblijft wanneer de boom zou omvallen en een ontgrondingskuil achterlaat. Dit is meer dan de vereiste 1,50 m. Met uitzondering van boom 126, aangezien het advies van Bomenwacht is om de boom 126 te kappen, omdat het verlies van de kwaliteit van de groeiplaats onhoudbaar zou zijn [1].

4.6. Dijkvak 11

Voor dijkvak 11 hebben de bomen 96, 97, 98 en 112 t/m 116 allemaal ongeveer dezelfde afmeting. De bomen betreffen wilgen en een zomereik (boom 98). Boom 97 is ingetekend als maatgevende boom. Ook in deze analyse is gekeken naar de rapportage van Aa en Maas [2] voor de doorwortelbare diepte van de boom. Voor boom 97 is er een doorwortelbare diepte van 90 cm aangehouden. Wanneer de doorwortelbare diepte van de boom kleiner is, heeft dit geen invloed op het resultaat. In figuur 10 is het resultaat van de analyse te zien.



Figuur 10: Resultaat bomentoets boom 97 dijkvak 11

Conclusie: Voor dijkvak 11 zorgen de bomen dicht bij de kruin voor de volledige ontgroning van de kruin. Daarom zouden ze aan de hand van deze analyse weggehaald moeten worden. Dit geldt ook voor de zomereik (boom 98), die de gehele kruin zou meenemen indien deze boom omvalt en een ontgrondingskuil achterlaat. In dit dijkvak is de kruinbreedte al smaller gemaakt tot 1,5 m (dan de standaard 3 m kruinbreedte conform PvE beheer) om inpassing mogelijk te maken. Om deze reden is het extra belangrijk om de beperkt brede kering vrij te houden van obstakels. Het ontstaan van een ontgrondingskuil betreft ook niet het enige negatieve effect van het omvallen van de bomen. Andere negatieve effecten zijn het eventueel afsterven van het wortelpakket, het onttrekken van grondwater waardoor extra zettingen ontstaan en het niet in onderhoud zijn van de bomen bij het waterschap, waardoor onderhoud niet gegarandeerd kan worden. De bomen leiden hiermee tot een vergroot risico, zeker gezien de smalle breedte van de waterkering.

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1. Conclusie

In onderstaande tabel zijn de conclusies naar aanleiding van de resultaten samengevat. Hierbij is per dijkvak gekeken naar welke bomen afgekeurd moeten worden en om welke reden.

Tabel 1: Eindconclusie met afgekeurde bomen per dijkvak, conform Bomentoets en BEA [3]

Dijkvak	Afgekeurde bomen middels boomnummering Bomenwacht [1]	Reden afkeur
3	123	Onhoudbare verandering in kwaliteit van de groeiplaats [1]
6	91	Volledige ontgronding van kruin
8	3, 4, 6, 7, 17, 18, 19, 20, 88	Onhoudbare verandering in kwaliteit van de groeiplaats [1]. Boom 88 wegens volledige ontgronding van kruin
9	92, 93, 94 en 95	Onhoudbare verandering in kwaliteit van de groeiplaats [1]
10	126	Onhoudbare verandering in kwaliteit van de groeiplaats [1]
11	96, 97, 98, 112, 113, 114, 115, 116.	Volledige ontgronding van kruin en verhoogd risico, door smaller ingepaste kruin

5.2. Aanbevelingen

Een aantal bomen kunnen vanuit de bomentoets niet worden behouden. Per boom ofwel vak is een aanbeveling omtrent deze bomenrijen gegeven.

Bomenwacht [1] heeft bomen beoordeeld in risico-classes. Indien Bomenwacht bomen als laag risico heeft ingeschat is het advies om de bomen te laten staan, aangezien de kans op omvallen/ontstaan van een ontgrondingskuil laag is. Hieronder zijn aanbevelingen gegeven om mogelijk aanvullend op de laag-risico geclassificeerde bomen, nog extra bomen te kunnen behouden.

Dijkvak 3: In dit dijkvak staat één boom. Dit betreft boom nummer 123. Deze boom is onhoudbaar wegens de verandering in kwaliteit van de groeiplaats. Gezien de benodigde werkzaamheden dient deze boom verwijderd te worden.

Dijkvak 6:

In dijkvak 6 is boom 184 maatgevend. Als deze boom een ontgrondingskuil veroorzaakt heeft de som een stabiliteitsfactor van 0,99. Het verschil met de vereiste stabiliteitsfactor van 1,01 is klein, en de aangehouden uitgangspunten zijn conservatief. Zo is de diepte van de ontgrondingskuil ruim genomen aan de hand van de analyse van Bomenwacht van Aa en Maas [2], aangezien er geen doorwortelbare diepte in de BEA [1] is bepaald. Bij aanscherping van de uitgangspunten, zoals het niet meenemen van verkeersbelasting en

robuustheidsfactor indien er ook een ontgrondingskuil aanwezig is, leidt tot goedkeuring van deze bomen. Dit is toegestaan bij de beoordeling van de bomen conform [5]. Het advies is om deze bomen te behouden. Boom 91 staat midden in de kruin en voldoet niet aan het faalmechanisme HT. Deze boom dient op basis van ontgroning van de kruin te worden verwijderd.

Dijkvak 8:

In dijkvak 8 staan er meer bomen dicht op de kruin. Voor de bomen op het binnentalud geldt dat ze te dicht bij de kruin staan en de veiligheidseis niet gehaald wordt. Het advies van Bomenwacht is om de volgende bomen te kappen door een onhoudbare verandering in kwaliteit van de groeiplaats: bomen 3, 4, 6, 7, 17, 18, 19, 20 [1]. Deze bomen staan dermate dicht bij de op te hogen kruin, dat er geen maatregelen zijn om deze bomen toch te behouden.

Boom 88 staat midden in de kruin en voldoet niet aan het faalmechanisme HT. Deze boom dient op basis van ontgroning van de kruin te worden verwijderd.

Boom 90, 89, 61, 62, 63, 21, 22, 16, 15, 8, 5, 2 en 1 staan volgens de gemaakte stabiliteitsberekening te dicht bij de kruin, waardoor er onvoldoende stabiliteit overblijft na het ontstaan van een ontgrondingskuil. Hiervoor geldt hetzelfde als voor dijkvak 6: Conform [5] is toegestaan om de bomen te toetsen zonder robuustheidsfactor en verkeersbelasting. Hiermee voldoen deze bomen wel aan de vereiste stabiliteitsfactor. Deze bomen kunnen dus goedgekeurd worden.

Dijkvak 9 en 10:

In dijkvak 9 blijft er 1,40 m kruin over als de bomen omvallen en een ontgrondingskuil veroorzaken. Daarmee wordt er niet voldaan aan de eis van 1,50 m kruinbreedte. Conform de toets blijft er niet genoeg kruinbreedte over, maar is er niet direct kans op overstroming. Echter, Bomenwacht heeft aangegeven dat deze bomen gekapt moeten worden doordat de ophoging de groeikwaliteit belemmert [1]. Hetzelfde geldt voor boom 126 uit dijkvak 10.

Dijkvak 11:

In dijkvak 11 staan een aantal bomen dicht op de nieuwe kruin. Deze bomen kunnen niet behouden worden, aangezien de bomen bij ontgroning de gehele kruin meenemen. Hierdoor blijft er onvoldoende kruinbreedte op de vereiste hoogte over. Doordat de kruinbreedte al erg beperkt is wegens inpassing in de bestaande situatie, brengt dit extra risico's met zich mee.

Referenties

- [1] Bomenwacht Nederland, Bijlage B_Registratieformulier_Uitwateringskanaal_Naardermeer_20231122, 26 februari 2024
- [2] Bomenwacht Nederland, Bijlage B_Registratieformulier_BomenT_Aa en Maas_20201001, 1 oktober 2020
- [3] Bomenwacht Nederland, Bomen effect analyse, planbeoordeling 88 bomen Uitwateringskanaal Naardermeer, februari 2024
- [4] Iv-Infra b.v., Stabiliteitsberekeningen VO, 16 november 2022

[5] Waternet, Omgaan met bomen bij dijkverbetering, kenmerk 23.005743, 10 maart 2023