

Dijkverleggingsplan De Nieuwe Kern

**Bijlage B Geotechniek - leggerprofiel en dijkontwerp
Gemeente Ouder-Amstel**



Contactpersoon

SONJA KALLE
Specialist waterveiligheid en
geotechniek

M +31629467207

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Leeswijzer	5
2	Uitgangspunten geotechnische berekeningen	6
2.1	Leidraden en richtlijnen	6
2.2	Software	6
2.3	Geometrie waterkering	6
2.4	Veiligheid	7
2.5	Bodemopbouw	7
2.6	Geotechnische parameters	8
2.7	Verkeersbelasting	12
2.8	Uitvoeringsstabiliteit	12
3	Leggerprofiel	13
3.1	Leggerprofiel (half)verholten kering	13
3.2	Leggerprofiel De Toekomst met teensloot HDD boring	17
3.3	Leggerprofiel De Toekomst zonder teensloot HDD boring	21
4	Profiel van vrije ruimte	27
5	Samenvatting leggerzoneringen	29
6	Ontwerp waterkering en aandachtspunten	30
6.1	Bekleding	30
6.2	(Teen)sloot De Toekomst	30

Bijlagen

Bijlage A Referenties

Error! Bookmark not defined.

Bijlage B Schetsontwerp kering langs sportpark De Toekomst en leggerzoneringen bij lange HDD boring	32
Bijlage C Ontwerp kering gecombineerd met 150 kV tracé in de berm	33
Colofon	39

1 Inleiding

De gebiedsontwikkeling 'De Nieuwe Kern' (DNK) ligt tussen het Amstel Business Park in het noorden, station Duivendrecht in het noordoosten, de Johan Cruijff Arena en de voorzieningen hier omheen in het zuidoosten en tot slot de Rijksweg A2 en de Amstelscheg in het westen. Voor de ontwikkeling van 'De Nieuwe Kern' wordt de secundaire kering aan de noordzijde verlegd. Het betreft de kering met de code A2009-001. Kernteam De Nieuwe Kern heeft Arcadis opdracht gegeven om het dijkverleggingsplan op te stellen. Een belangrijks aspect van deze dijkverlegging is dat het tracé van de kering gecombineerd wordt met een 150kV tracé van Tennet.

De geotechnische uitwerking bestaat uit 3 fases, namelijk:

1. Bepalen van geotechnische uitgangspunten
2. Bepalen minimaal benodigd dijkontwerp en bijbehorende leggerzoneringen
3. Inpassing dijkontwerp in de ontwikkeling van DNK

DNK is een gebiedsontwikkeling binnen het beheergebied van Waternet. Het terrein van DNK moet nog ontwikkeld worden, momenteel is het een braakliggend terrein na het amoveren van Borchland. Qua risico's met betrekking tot de waterveiligheid is het belangrijk om te realiseren dat de kering pas als kering naar Waternet wordt overgedragen wanneer deze voldoet aan de waterveiligheidseisen. In de aanlegfase heeft de kering dus nog geen waterkerende functie.

1.1 Leeswijzer

Deze bijlage betreft de geotechnische analyse van de nieuwe waterkering en de bijbehorende leggerzoneringen. Eerdere versies van deze rapportage zijn als zelfstandige documenten met Waternet gedeeld inclusief. Dit was inclusief de hoofdstukken toekomstige situatie en randvoorwaarden. Deze hoofdstukken zijn in deze bijlage verwijderd omdat deze in de hoofdreportage zijn opgenomen.

2 Uitgangspunten geotechnische berekeningen

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de geotechnische uitgangspunten die zijn gebruikt voor de bepaling van het leggerprofiel en het ontwerp van de kering.

2.1 Leidraden en richtlijnen

De beoordeling van de waterkering is uitgevoerd op basis van de 'Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkering', hierna te noemen LTVRW [Ref 1] en 'Leidraad ontwerp nieuwe waterinfrastructuur water' [Ref 2]. Deze uitgangspunten worden gebruikt voor de bepaling van het leggerprofiel volgens de "Handleiding berekenen leggerprofielen dijken volgens de keur" [Ref 3].

2.2 Software

Voor de geotechnische analyse van macrostabiliteit (STBI en STBU) en de zettingen wordt gebruikt gemaakt van de software weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Software en bestandformaten

Software	Doel	Bestandformat
D-GEO Suite Stability (v. 2022.03)	Geotechnische stabiliteitsberekeningen	.stix
D-Settlement	Geotechnische zettingsberekeningen	.sli

2.3 Geometrie waterkering

Onderstaand is de basisgeometrie van de kering weergegeven. Na verfijning van de details doormiddel van stabiliteitsanalyses kan nog het een en ander veranderen met betrekking tot de hellingen van de taluds.

Tabel 2: Geometrie waterkering

Deel	Afmetingen	Eenheid
Kruinbreedte	3,0	m
Vereiste kruinhoogte = afkeurgrens	-2,16	m NAP
Kruinhoogte PVVR	-1,86	m NAP
Binnentalud	1:3 (klei), 1:4 (zand)	-
Buitentalud	1:3 (klei), 1:4 (zand)	-
Breedte onderhoudspad / berm langs sloot	3,0	m

In deze fase van het project ligt de materiaalkeuze van het dijkmateriaal nog niet vast. Aangezien de taludhellingen voor een kering bestaande uit zand conservatief is gaan we in deze fase uit van een kering bestaande uit zand. Voor een kering uit klei geldt volgens [Ref 3] een taludhelling van 1:3 en voor zand 1:4.

De teensloot aan de zijde van sportpark De Toekomst is circa 5 meter breed en heeft een diepte van circa 30 cm. Voor de schematisatie is een taludhelling van 1:2 aangehouden en een waterdiepte van 1,2m. De teensloot is niet opgenomen in het beheerregister van Waternet. De dimensie van de teensloot in de berekening is erg conservatief.

2.4 Veiligheid

2.4.1 Normering

De waterkering heeft een normering van IPO-klasse III. Deze IPO-klasse komt overeen met een normfrequentie van 1/100 jaar. De bijbehorende schadefactor is 0,90.

2.4.2 Stabiliteitsfactor

De stabiliteitsfactor voor macrostabiliteit is opgebouwd uit een vermenigvuldiging van partiële factoren, dit zijn:

- schadefactor;
- modelfactor;
- schematiseringsfactor.

De vereiste stabiliteitsfactor voor macrostabiliteit wordt bepaald middels de onderstaande formule:

$$\text{Vereiste stabiliteitsfactor} = \text{schadefactor} * \text{modelfactor} * \text{schematiseringsfactor}$$

De schadefactor is in de voorgaande paragraaf bepaald op basis van de IPO-klasse van de waterkering en is 0,90.

De schematiseringsfactor is niet bepaald op basis van de standaard methodiek (met scenario's) en is daarom conservatief aangehouden op 1,2. Er zijn een aantal sonderingen langs het nieuwe dijktraject, uit deze sonderingen blijkt dat de globale opbouw van de grondlagen vrij uniform is langs het gehele traject, de polderpeilen zijn bekend en de freatische lijnen zijn conservatief geschematiseerd. Daarnaast gaan we voor de bepaling van het leggerprofiel uit van de bodemopbouw van de meest conservatieve sondering.

De modelfactor verdisconteert onzekerheden ten aanzien van het rekenmodel. De modelfactoren zijn conform LTVRW module C tabel C.5.[Ref 1]. Conform de 'handleiding berekenen leggerprofiel dijken-Keur' van Waternet [Ref 3] worden er twee rekenmodellen gebruikt, zie Tabel 3.

Tabel 3: Modelfactoren rekenmodel

Rekenmodel	Y_d
Bishop	1,00
Spencer	0,95

Voor de bepaling van de stabiliteitsfactoren voor macrostabiliteit, zie Tabel 4. Hierbij is geen vereiste veiligheidsfactor opgenomen in het geval van opdrijven. Het peilverschil tussen DNK en polder de toekomst is dermate klein, dat er geen opbarsten optreedt.

Tabel 4: Bepaling stabiliteitsfactor macrostabiliteit

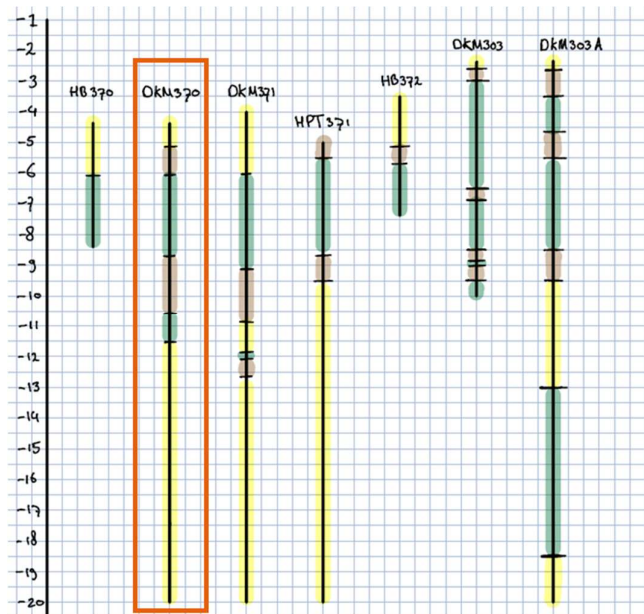
Factor	Uitgangspunt	Waarde
Schadefactor	IPO III	0,90
Modelfactor	Bishop	1,00
	Spencer	0,95
Schematiseringsfactor		1,20
Vereiste Stabiliteitsfactor	Bishop	1,08
	Spencer	1,03

2.5 Bodemopbouw

Ten behoeve van de dijkverlegging heeft Fugro in een eerder stadium (medio 2018) grondonderzoek uitgevoerd. [Ref 4] Daarnaast is gekeken naar grondonderzoek uit het BRO. Volker Wessels heeft extra grondonderzoek uit laten

voeren. Na een vergelijking van het grondonderzoek van Fugro bleek dat de bodemopbouw zoals hieronder beschreven maatgevend is.

Voor het bepalen van de maatgevende bodemopbouw zijn de sonderingen en boringen bekeken die nabij de nieuw te realiseren waterkering liggen. In Figuur 1 is een geschematiseerd lengteprofiel weergegeven. Hieruit blijkt dat de meest maatgevende en meest representatieve sondering, sondering DKM370 is. Er is veel klei en veen aanwezig in deze sondering, dit komt overeen met wat er in de andere sonderingen is gevonden.



Figuur 1: Lengteprofiel grondonderzoek langs nieuw te realiseren kering (geel = zand, bruin = veen en groen = klei)

De maatgevende bodemopbouw is opgenomen in Tabel 5. We gaan uit van de huidige bodemopbouw, waarbij zettingen als gevolg van het bouwrijp maken van het terrein niet is meegenomen.

Tabel 5: Maatgevende bodemopbouw

Materiaal	Bovenkant [m t.o.v. NAP]
Zand	Maaiveld
Veen	-5,2
Klei	-6,1
Veen	-8,7
Klei	-10,6
Zand (pleistoceen)	-11,5

2.6 Geotechnische parameters

2.6.1 Sterkteparameters

De benaming van de grondsoorten, de geotechnische eigenschappen en sterkteparameters voor ongedraineerde grondlagen zijn overgenomen uit de notitie 'Regionale proeververzameling beheergebied AGV' van Waternet [Ref 5]. De sterkteparameters die voor dit project van toepassing zijn, zijn weergegeven in Tabel 6.

Omdat de regionale proevenverzameling van Waternet geen eigenschappen van zandige grondsoorten bevat, is voor de geotechnische eigenschappen van zand gebruik gemaakt van veilige waarden volgens tabel 2b uit de NEN9997-1+C2:2019. De sterkte-eigenschappen zijn omgerekend naar rekenwaarden.

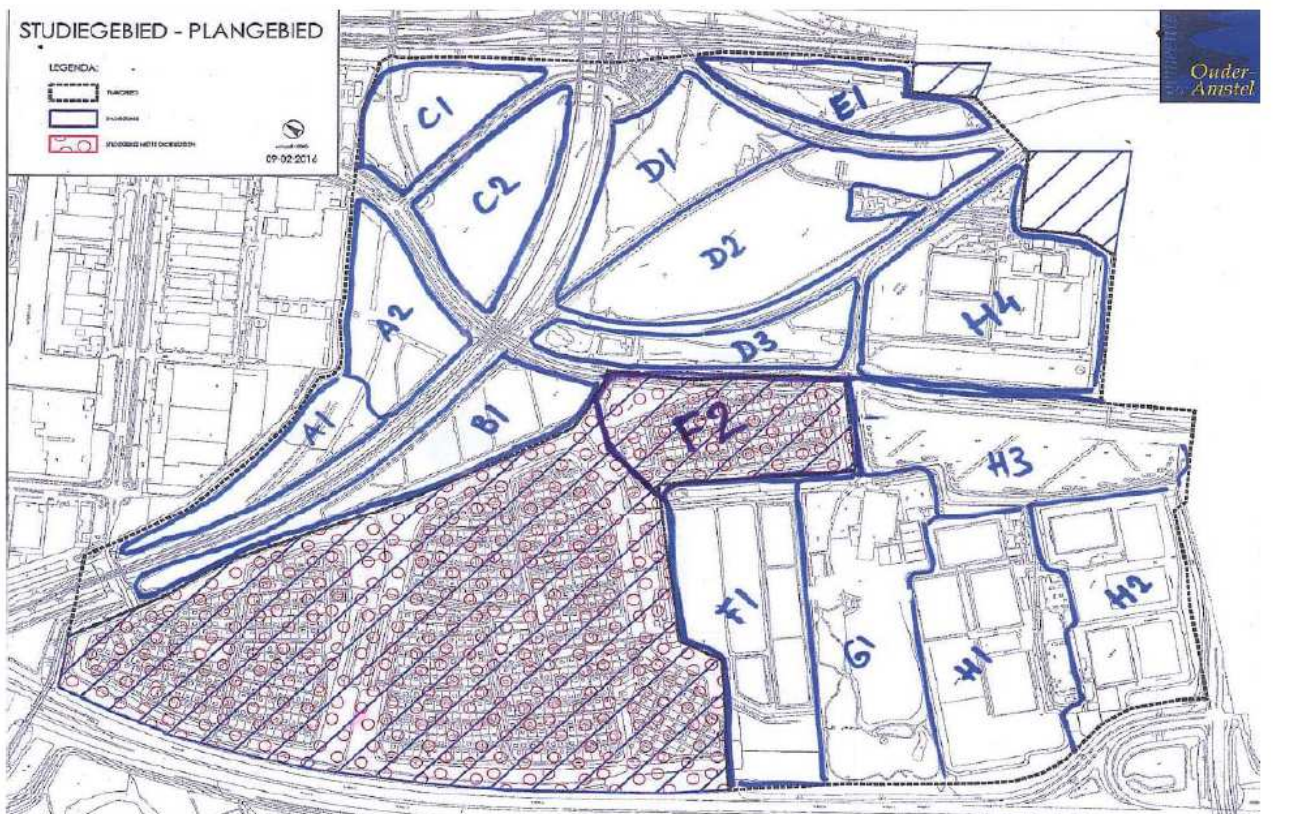
Er is gekozen voor een conservatieve benadering van de sterkteparameters. Hierdoor is er onderscheidt gemaakt in een lichte klei en een wat zwaardere klei. In de berekening is rekening gehouden met klei in de ondergrond. Uit het grondonderzoek wat DNK heeft uit laten voeren, blijkt dat het volumiek gewicht van klei varieert tussen 14,8 en 15,6 kN/m³. Hierdoor lijkt de toepassing van klei een goede aanname. Daarnaast is in de berekening nog geen rekening gehouden met het effect van zetting op de ondergrond door de ophoging. Na oplevering zal de ondergrond uit meer zand bestaan en uit dunnere veenlagen.

Tabel 6: Geotechnische sterkteparameters volgens proevenverzameling

Grondsoort	Ydroog	Ynat	ϕ_{reken}	C _{reken}
Veen	10,00	10,00	26,11	1,44
Klei licht	13,50	13,50	25,14	3,84
Klei	15,00	15,00	25,38	4,20
Zand, schoon, matig	18,00	20,00	29,00	0,00

2.6.2 Samendrukkingsparameters

Door Tauw is een ophoogadvies opgesteld voor DNK. Vanuit deze rapportage hebben ze de zettingen berekend voor gebied G1 waar de nieuwe kering komt te liggen. Hieronder staan de belangrijkste conclusies vanuit deze rapportage.



Figuur 2: Ophoogadvies Tauw voor DNK

De parameters die zijn gebruikt staan in de onderstaande tabel. Deze is gebaseerd op tabel 2b vanuit de NEN9997.

Grondsoort	γ_{unsat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c_v [m ² /s]	C_p [-]	$C_{p'}$ [-]	C_s [-]	$C_{s'}$ [-]	POP [kN/m ²]
Ophoogzand	18,0	20,0	drained	2400	600	-	-	5
Ophoogzand, los gepakt	17,0	19,0	drained	800	200	-	-	5
Hollandveen	10,4	10,4	3,00E-07	20	5	80	20	5
Klei, zeeklei (st siltig)	17,8	17,8	2,00E-07	80	20	960	240	10
Klei, zeeklei (zw/matig siltig)	15,6	15,6	1,00E-07	40	10	480	120	10
Klei, zeeklei (organisch)	14,6	14,6	1,00E-07	40	10	160	40	10
Tussenzandlaag, zeeklei	17,0	19,0	drained	800	200	-	-	10
Basisveen	10,7	10,7	3,00E-07	30	7,5	120	30	15
Dekzand, eerste zandlaag	19,0	21,0	drained	2400	600	-	-	15
Klei, Pleistoceen (Eems)	18,0	18,0	5,00E-07	120	30	1600	400	20
Tussenzandlaag, Pleistoceen (Eems)	17,0	19,0	drained	800	200	-	-	20
Tweede zandlaag	19,0	21,0	drained	2400	600	-	-	20

Figuur 3: Tabel parameters uit ophoogadvies Tauw op basis van tabel 2b NEN9997

In Tabel 7 is het resultaat van de zettingsberekening van Tauw opgenomen. Het planpeil wijkt in de berekening af van het planpeil van de kruin van de nieuwe kering. Om deze reden is een zettingsberekening voor de nieuwe kering uitgevoerd met dezelfde parameters als hierboven vermeld.

Tabel 7: Berekende zetting advies

	Berekend door:	Huidig maaiveld [mNAP]	Planpeil [mNAP]	Netto ophoging [m]	Zettingscompensatie [m]
G1, Borchland	Tauw	-3,9	-2,7	1,2	1,1
Dijk DNK	Arcadis	-4,0	-1,86	2,14	1,53

Vanuit de rapportage van Tauw zijn de resterende bij het ophoogadvies gehanteerde uitgangspunten en aannames opgesomd:

- Bij grote ophogingen (> 2m) dient het mechanisme squeezing nader te worden beschouwd:

- voornamelijk wordt geadviseerd om de ophogingen in slagen van 0,5 m op te brengen en laagsgewijs te verdichten; aangrenzende sloten kunnen worden dichtgedrukt (herstellen of preventief maatregelen treffen, denk aan plaatsen van duiker en aanvullen met zand/ grond)
- Randstabiliteit van de ophogingen is een aandachtspunt: wanneer de ophoging snel en steil aangebracht wordt, is er een verhoogde kans op afschuiven (ontwikkeling van cirkelvormige glijcirkels) van de zijanten van de ophoging

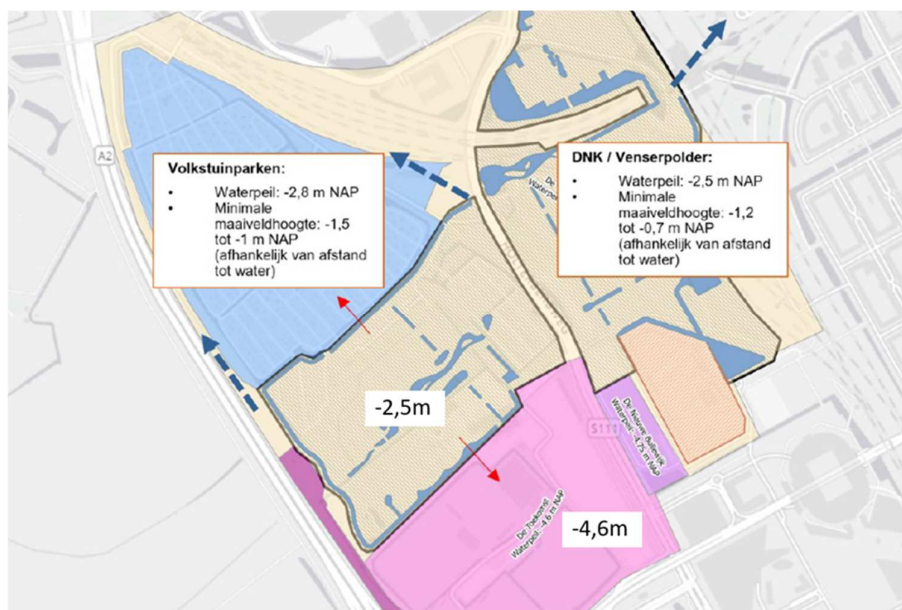
De berekende zettingen in Tabel 7 kunnen ongeveer 30% afwijken van de werkelijke zettingen. De werkelijke zettingen moeten tijdens de uitvoering worden gemonitord door de toepassing van zakbaken. Zetting versnellende maatregelen zoals het toepassen van verticale drainage eventueel gecombineerd met een overhoogte zal nodig zijn om te voldoen aan de restzettingseis ten tijde van de oplevering van de kering.

2.6.3 Hydraulische randvoorwaarden

De hydraulische belastingen en de vereiste kerende hoogte zijn weergegeven in Tabel 8. Het waterpeil in DNK is bepaald in via het waterstructuurplan.

Tabel 8: Hydraulische belastingen

Omschrijving	Hoogte [m t.o.v. NAP]
Streefpeil DNK	-2,5
Maatgevend boezempeil DNK	-2,26
Polderpeil De Toekomst	-4,6
Vereiste kruinhoogte	-2,16
Aanleghoogte kruin	-1,86



Figuur 4: Toekomstige peilvakken De Nieuwe Kern

Stijghoogte

Door het ontbreken van peilbuismetingen voor een langere periode is er gebruik gemaakt van de peilbuismeting B25G0996 vanuit het Dinoloket. De gemiddelde stijghoogte in deze peilbuis is NAP -3,6 m. Het filter van de peilbuis zit op een diepte van NAP-20,6 tot NAP-21,6 m.

Schematisering freatische lijn

De schematisering is gebaseerd op het Handboek toetsen op veiligheid van Waternet. Hierbij gaan we uit van de situatie "Nat, conservatief". Het maatgevend boezempeil (MBP) is NAP-2,26m.

Tabel 9: Uitgangspunten schematisatie freatische lijn

Locatie	Waarde
Buitenkruinlijn	MBP
Binnenkruinlijn	MBP-0,2m
Binnenteen	Sloot- of polderpeil (zie Error! Reference source not found.) Error! Reference source not found.

2.7 Verkeersbelasting

De vereiste verkeersbelasting vanuit Leidraad ontwerp nieuwe waterinfrastructuur [Ref 2] is van toepassing. Voor het ontwerp is de verkeersbelasting uit Tabel 10 aangehouden. Dit zijn conservatieve waarden. De kering langs sportpark de Toekomst wordt ingericht als groene kering, waarbij voornamelijk wandelaars en fietsers gebruik maken van de kering.

Tabel 10: Verkeersbelasting

Uitgangspunt	Waarde
Belasting	10 kN/m ²
Breedte	2,5m
Degree of consolidation	50%
Spreiding klei	18,3°
Spreiding zand	26,6°

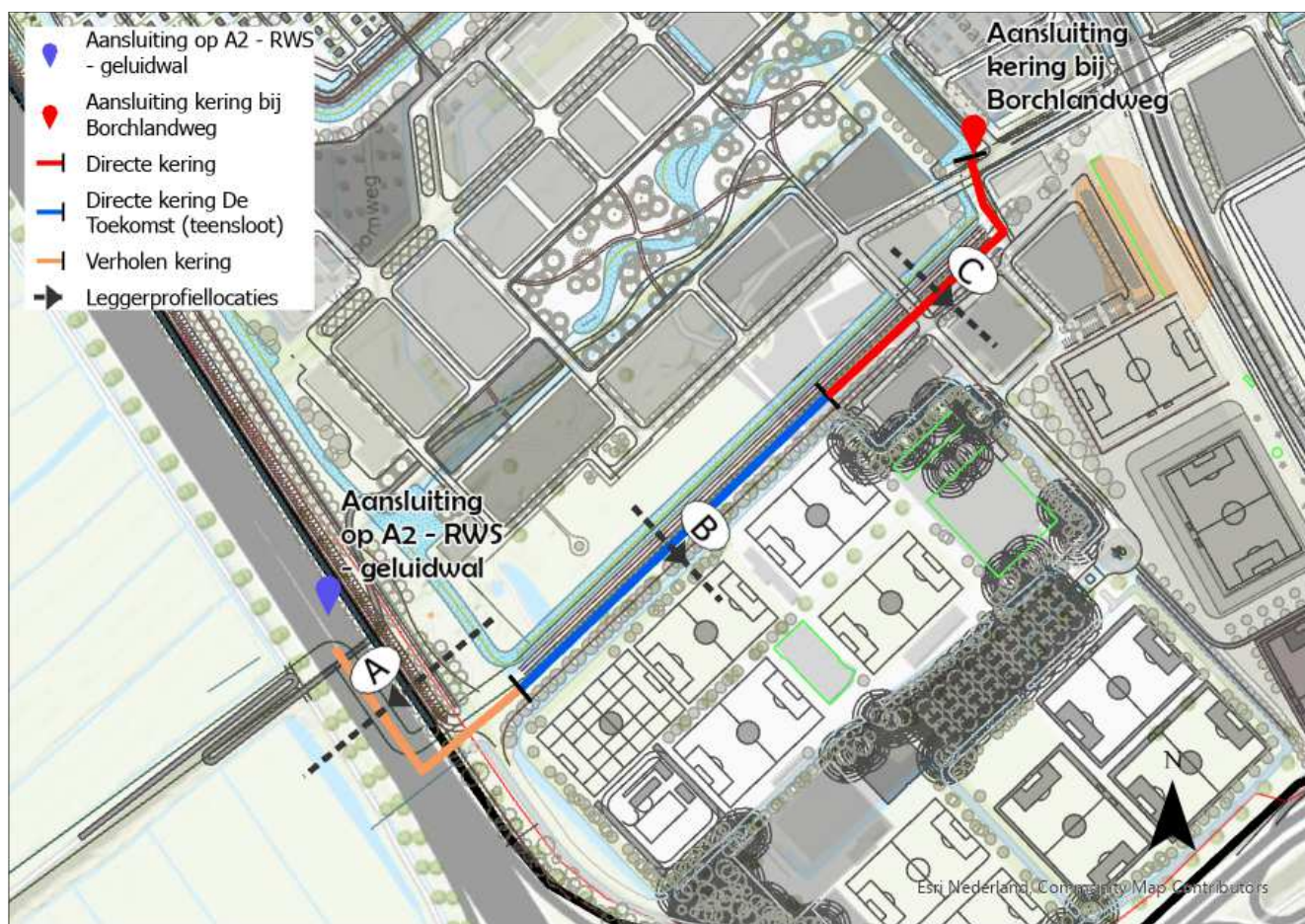
Bij DNK zijn hoogspanningskabels gepland parallel aan de kering in het pleistocene zand. Voor de bepaling van het leggerprofiel is het uitgangspunt dat het materieel van Tennenet geen gebruik maakt van de kruin, waardoor deze potentiële hoge belasting niet in de berekening is meegenomen. In het definitieve ontwerp van de kering moet rekening worden gehouden met de belastingen die eventueel onderhoudt ten behoeve van de kabels met zich meebrengen wanneer de kabels in een open ontgraving in de berm van de kering wordt geplaatst (is de terugval optie).

2.8 Uitvoeringsstabiliteit

Omdat de waterkering onderdeel is van de ophoging voor de ontwikkeling van De Nieuwe Kern en de bestaande kering vervalft na de aanleg van de nieuwe kering, is de uitvoeringsstabiliteit niet bepaald.

3 Leggerprofiel

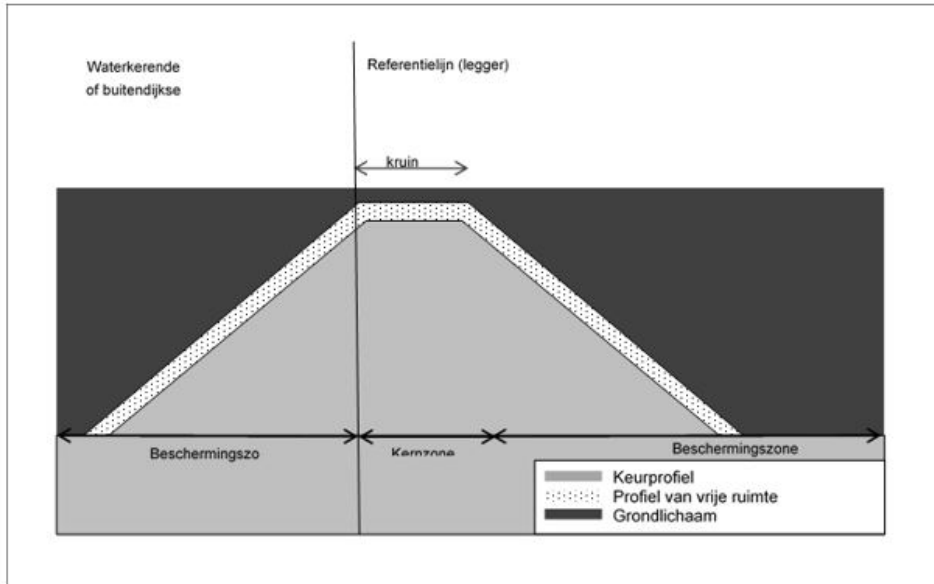
Binnen de ontwikkeling van DNK is sprake van drie type keringen met een bijbehorend leggerprofiel, namelijk een verholen (Doorsnede A), een directe kering met teensloot (Doorsnede B) en een directe kering zonder teensloot (Doorsnede C). Deze zijn weergegeven in Figuur 4. In paragraaf 3.1 zijn de leggerzoneringen bepaald voor een (half)verholen kering. In paragraaf 3.2 is het leggerprofiel opgesteld voor een directe waterkering met een teensloot langs sportpark de Toekomst, hierbij ligt het 150 kV tracé in het pleistocene zand onder de beschermingszone. In paragraaf 3.3 is het leggerprofiel bepaald vergelijkbaar met het leggerprofiel langs sportpark de Toekomst, maar dan zonder teensloot. Ook in deze situatie ligt het 150 kV trace in het pleistocene zand. Als terugvaloptie is in Bijlage C het leggerprofiel voor de directe kering opgesteld waarbij het 150 kV tracé in de binnenberm in de buitenbeschermingszone komt te liggen. In Figuur 16 zijn de berekenende leggerzoneringen weergegeven die in paragraaf 3.1 tot en met 3.3 zijn bepaald.



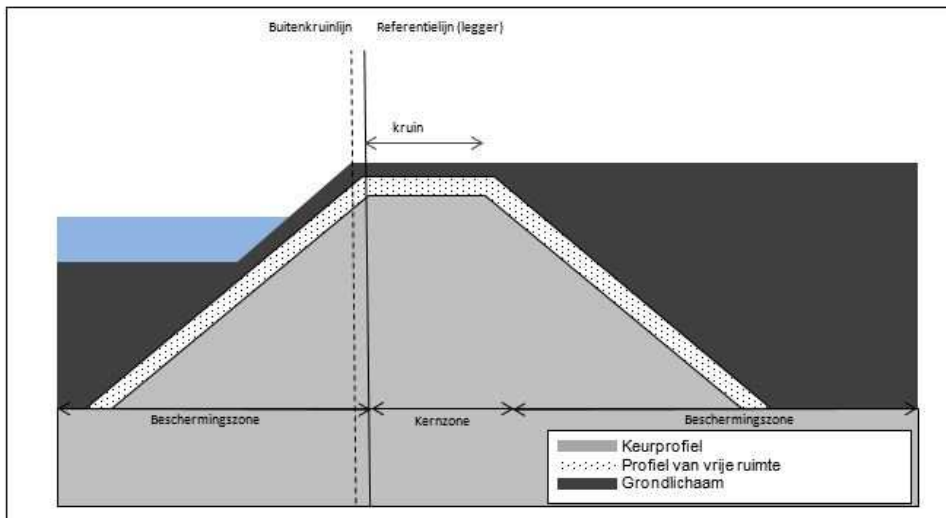
Figuur 4: Locatie doorsnede leggerprofielen

3.1 Leggerprofiel (half)verholen kering

In Figuur 5 en Figuur 6 is een schematische weergave opgenomen van een verholen en halfverholen kering. In traject bij de A2 is sprake van een verholen kering.



Figuur 5: Schematische weergave verhoken kering



Figuur 6: Schematische weergave halfverhoken kering

Op basis van paragraaf 2.3.2 Beperkingen gebied activiteiten waterkeringen vanuit de Keur van AGV gelden de volgende regels voor de bepaling van het leggerprofiel voor een verhoken kering.

Artikel 2.15 (Beperkingengebieden)

1. Het beperkingengebied met betrekking tot waterkeringen wordt onderscheiden in: kernzone, beschermingszone en buitenbeschermingszone van de waterkering.
2. Voor zover de ligging en afmetingen van kernzones, beschermingszones van waterkeringen niet zijn vastgelegd in de legger, zijn het derde tot en met zesde lid van toepassing.
3. De kernzone van waterkerende dijklichamen wordt begrensd door de binnen- en buitenteen.
4. De kernzone heeft een breedte van:
 - a. 5 meter bij verhoken en half-verhoken primaire waterkeringen; of
 - b. 3 meter bij verhoken en half-verhoken secundaire en tertiaire waterkeringen.
5. Beschermd gronden hebben een breedte, landinwaarts, gerekend vanuit de waterlijn, van:
 - a. 3 meter als deze bescherming bieden tegen indringen van boezemwater; of

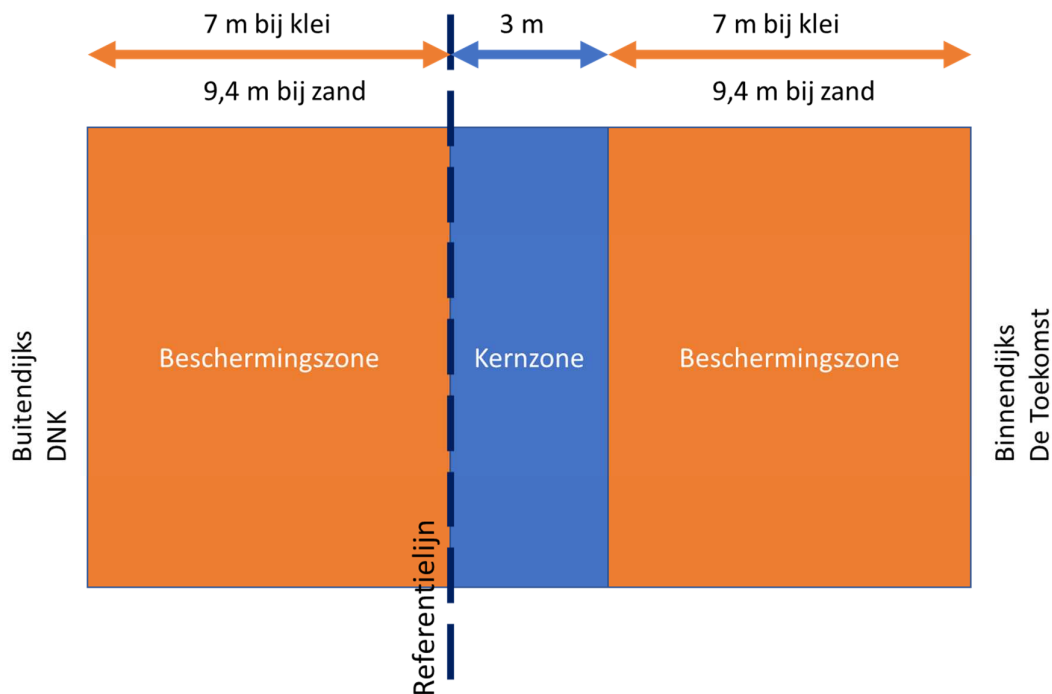
- b. 10 meter als deze bescherming bieden tegen afkalving door golfslag.
6. De beschermings- en buitenbeschermingszone van waterkeringen hebben een breedte overeenkomstig tabel 2.15 of worden berekend op basis van de kerende hoogte (H) en de wijze zoals aangegeven in die tabel. Onder kerende hoogte (H) wordt verstaan:
- Voor een directe waterkering: het verschil in waterpeil aan beide zijden van de waterkering; en
 - Voor een indirecte kering een door het bestuur bepaalde kerende hoogte.

beschermings- en buitenbeschermingszones van waterkeringen			
	Beschermings- zone binnendijks	Beschermings- zone buitendijks	Buitenbescher- mingszone
Primair dijklichaam	15 x H, *) minimaal 25 meter	50 meter buiten stedelijk gebied, 25 meter in stedelijk gebied	75 meter
Direct secundair dijklichaam (inclusief zomerkade)	8 x H, minimaal 10 meter	20 meter	50 meter
Indirect secundair dijklichaam (compartimentering)	10 x H, minimaal 10 meter	10 x H, minimaal 10 meter	25 meter
Tertiair dijklichaam	5 meter	5 meter	10 meter
Compartimentering boezemwater Amsterdam	6 meter	6 meter	geen buitenbeschermings- zone
Verholen waterkeringen	3 x H (klei) 4 x H (zand) 6 x H (veen)	3 x H (klei) 4 x H (zand) 6 x H (veen)	geen buitenbeschermings- zone
*) H = kerende hoogte Voor de toepassing van deze tabel worden onder verholen waterkeringen mede half- verholen waterkeringen verstaan			

In Tabel 11 zijn de uitgangspunten en resultaat voor de bepaling van het leggerprofiel van de (half)verholen kering van DNK opgenomen. In Figuur 7 is het bovenaanzicht van het resultaat van de leggerzoneringen weergegeven.

Tabel 11: Uitgangspunten leggerprofiel (half)verholen kering

Omschrijving	Uitgangspunt
Type kering	Secundair (half) verholen
Breedte kernzone	3 m
Streefpeil DNK	NAP-2,5m
Maatgevend boezempeil DNK	NAP-2,26m
Polderpeil de Toekomst	NAP-4,6m
H = MBP-PP	2,34m
Breedte beschermingszone klei (3xH)	7m
Breedte beschermingszone zand (4xH)	9,4m

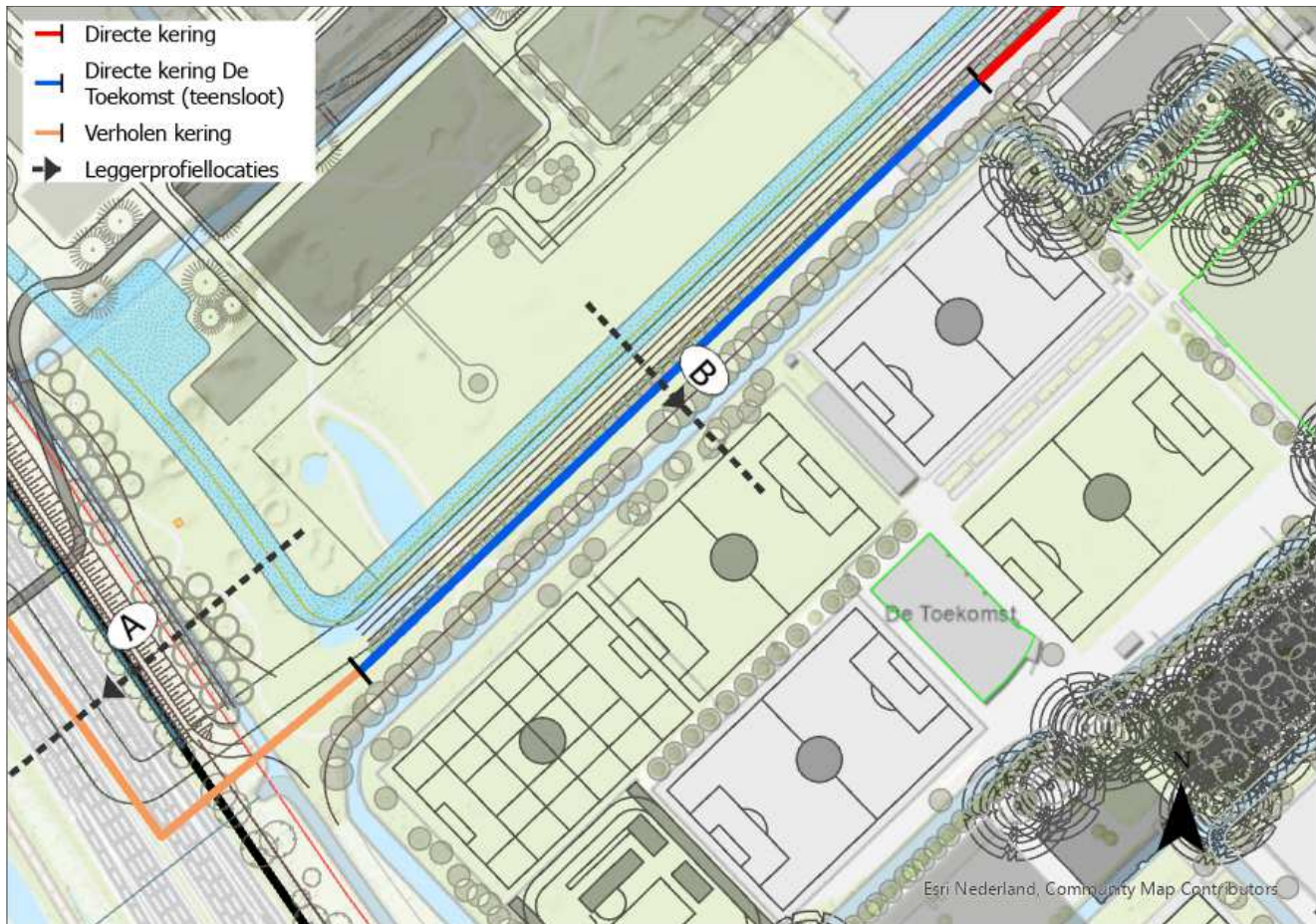


Figuur 7: Resultaat bovenaanzicht leggerprofiel (half)verholen kering

Voor de uitwerking van het definitieve ontwerp van de kering in relatie tot het 150kV tracé moet rekening worden gehouden met de zoneringen zoals weergegeven in Figuur 7 voor de verholen kering. Dit is ter plaatse van de A2 en de geluidswal. Hier zal het grondlichaam uit zand bestaan, wat resulteert in een beschermingszone van 9,4m.

3.2 Leggerprofiel De Toekomst met teensloot HDD boring

Op basis van de uitgangspunten uit hoofdstuk 2 en de Handleiding bepaling leggerprofiel [Ref 3] is het leggerprofiel bepaald voor de waterkering langs DNK. De waterkering wordt als grondlichaam uitgevoerd. In deze paragraaf is het leggerprofiel en bijbehorende zoneringen van de nieuwe kering van DNK opgenomen waarbij het 150 kV tracé via een gestuurde boring onder de kering wordt aangelegd. In het ontwerp en de bepaling van het leggerprofiel is rekening gehouden met een teensloot. In Figuur 8 is de locatie van het leggerprofiel in combinatie met het geldigheidsvak in het blauw weergegeven.



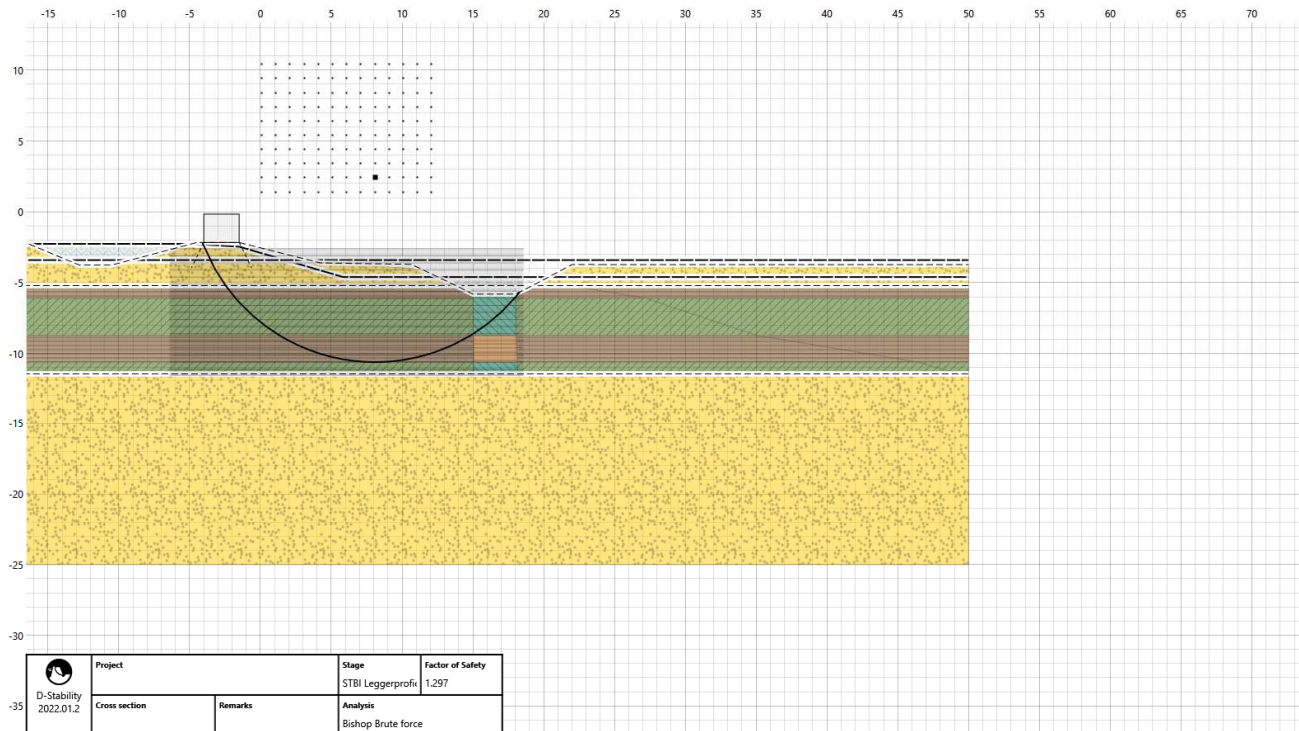
Figuur 8: Leggerprofiel locatie langs sportpark De toekomst met teensloot

3.2.1 Bepalen binnendijkse kernzone (stap 2 en stap 3)

Voor de bepaling van de binnendijkse kernzone is de stabiliteit beschouwd met Bishop. In de handleiding staat beschreven om ook de stabiliteit te beschouwen met Spencer. Deze glijvlakmethode geeft soms arbitraire resultaten waardoor we in de bepaling van het leggerprofiel van Bishop zijn uitgegaan. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 20. Voor de bepaling van de grens tussen de kernzone en beschermingszone is uitgegaan van een kering zonder teensloot.

Tabel 12: Resultaten D-Stability analyse kernzone binnendijks

Model	Vereiste S.F.	Berekende S.F.	Afstand uittredepunt glijcirkel t.o.v. buitenkruinlijn [m]
Bishop	1,08	1,297	22,8



Figuur 9: Uittredepunt Bishop glijcirkel

De grens tussen de kernzone en beschermingszone wordt bepaald door de glijcirkel van het rekenmodel Bishop. De binnendijkse kernzone heeft een lengte van 22,8 m. Ter plaatse van de sloot wordt uitgegaan van opbarsten. Dit faalmechanisme wordt niet geïntroduceerd als gevolg van de peilverschillen tussen DNK en De toekomst, maar door de hoge stijghoogte vanuit het watervoerend pakket. Hierdoor is een kleine sterkte reductiezone toegepast ter plaatse van de bodem van de sloot.

3.2.2 Vaststellen begrenzing van het binnendijks leggerprofiel

Vanaf het uittredepunt van de glijcirkel wordt het leggerprofiel doorgetekend onder maatgevende taludhellingen tot de bovenkant van de pleistocene zandlaag. De grens met de pleistocene zandlaag vormt de grens van de buitenbeschermingszone.

De maatgevende taludhellingen zijn:

- 1:4 voor zand
- 1:3 voor klei
- 1:6 voor veen

Voor het bepalen van de grens tussen de beschermingszone en de buitenbeschermingszone is wordt op basis van stap 3 en 4 een fictieve ontgraving van 2m-mv toegepast.

Op basis van de bodemopbouw uit Tabel 5 ligt de grens van de buitenbeschermingszone binnendijks op 47,4 m vanaf de referentielijn, de buitenkruinlijn, van de kering.

3.2.3 Bepalen grens beschermingszone-buitenbeschermingszone

In de buitenbeschermingszone van een waterkering mag zonder melding of vergunning tot 2 m diep worden ontgraven. De ontgraving mag echter niet het leggerprofiel doorsnijden. Om het onderscheid te kunnen maken tussen de beschermingszone en de buitenbeschermingszone dient te worden uitgerekend of deze ontgraving kan worden uitgevoerd zonder de glijcirkel van de kernzone te beïnvloeden. In het huidige ontwerp is een teensloot aanwezig. Het uittredepunt van de glijcirkel vindt plaats bij de teensloot. Het toepassen van een ontgraving achter de teensloot heeft geen invloed op de glijcirkel. De beschermingszone komt hierdoor te vervallen. Vanuit de kernzone wordt direct overgegaan in de buitenbeschermingszone.

3.2.4 Bepalen buitendijkse kernzone

Aan de buitenzijde (hoogwaterzijde) wordt het leggerprofiel vanaf de referentielijn van de waterkering onder maatgevende taluds ingetekend tot de pleistocene zandlaag. De waarden die worden aangehouden zijn:

- 1:4 voor zand
- 1:3 voor klei
- 1:6 voor veen.

Tabel 13: Bodemopbouw buitendijks

Omschrijving	Afstand referentielijn [m]	Hoogte onderkant laagscheiding [NAP m]	Taludhelling [1:]	Materiaal [-]
Referentielijn	0	-2,16		
Maatgevende taludhelling	-12,2	-5,2	4	Zand
Maatgevende taludhelling	-17,6	-6,1	6	Veen
Maatgevende taludhelling	-25,4	-8,7	3	Klei
Maatgevende taludhelling	-36,8	-10,6	6	Veen
Maatgevende taludhelling	-39,5	-11,5	3	Klei

De grens van het buitendijkse leggerprofiel loopt tot 39,5m van de referentielijn.

De kernzone aan de boezemzijde van het profiel wordt bepaald door het materiaal waaruit de dijk is opgebouwd. Uitgangspunt voor de breedte van de kernzone is een aangenomen standaard diepte van de onderwaterbodem ten opzichte van de kruin van 1,5 m. Dit levert de volgende waarden ten opzichte van de referentielijn (nulpunt):

- 6 m voor zand
- 4,5 m voor klei
- 9 m voor veen.

Het leggerprofiel betreft in dit stadium nog een schetsontwerp. In het leggerprofiel gaan we daarom nu uit van een kering bestaande uit zand. Dit resulteert in een buitendijkse kernzone van 6m. Indien de kering in klei wordt uitgevoerd dan kan deze zonering verkleind worden naar 4,5m.

3.2.5 Bepalen buitendijkse beschermingszone

De begrenzing van de beschermingszone aan de buitendijkse zijde wordt als volgt bepaald: Van het streefpeil wordt de leggerdiepte afgetrokken. Dit is de vaste waterbodemdiepte ten opzichte van NAP. Vervolgens wordt hier een laag van 2 meter (slecht doorlatend pakket; conform pipingcriterium en hydraulische kortsluiting leidraad toetsen) af gehaald. De buitenbeschermingszone start vanaf het punt op het leggerprofiel waar deze diepte wordt gehaald.

De uitgangspunten voor de bepaling van de buitendijkse beschermingszone is opgenomen in Tabel 14.

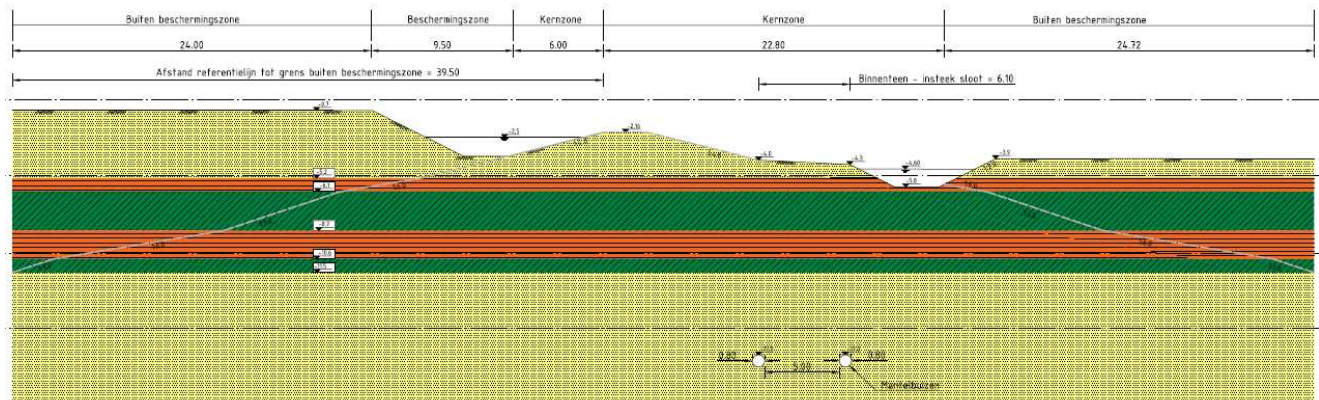
Tabel 14: Uitgangspunten buitendijkse beschermingszone

Omschrijving	Waarde
Streefpeil	NAP-2,5m
Leggerdiepte	1,25m
Vaste waterbodem	NAP-3,75
Vaste waterbodem – 2m	NAP-5,75
Afstand grens beschermingszone- buitenbeschermingszone	15,5m

De afstand van de referentielijn tot de beschermingszone is 15,5 m en de afstand tussen de referentielijn en de buitenbeschermingszone is 39,5 m.

3.2.6 Resultaat leggerzoneringen sportpark de Toekomst met teensloot

In Figuur 10 is het leggerprofiel weergegeven met bijbehorende leggerzoneringen. In Tabel 15 worden de coördinaten van het leggerprofiel en zoneringen weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat de kernzone een totale lengte heeft van 28,8 m.



Figuur 10: Leggerzoneringen (grijze lijn is leggerprofiel)

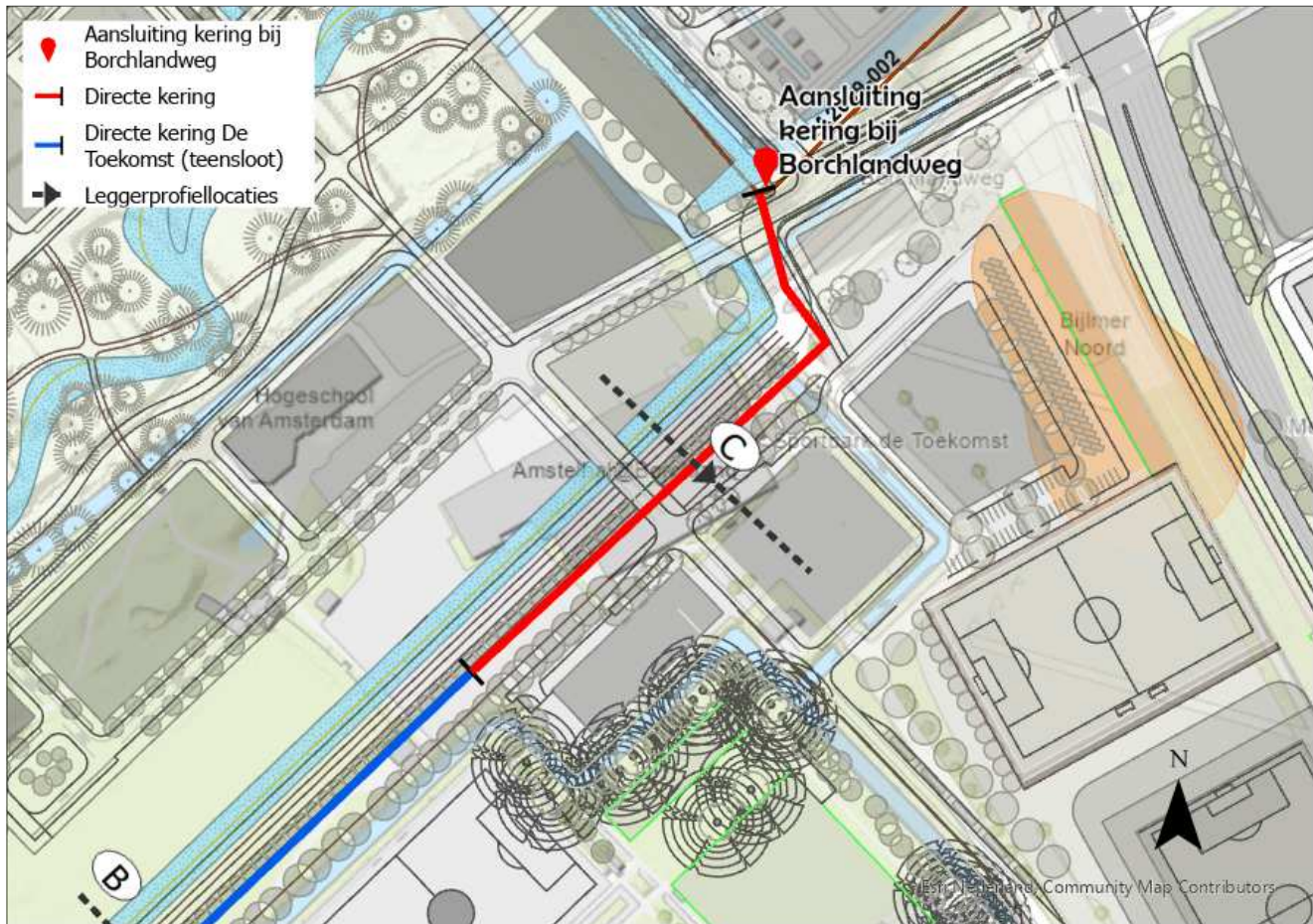
Tabel 15: Coördinaten leggerprofiel en zoneringen

Zone	Type	Code	Afstand t.o.v. referentielijn [m]	Hoogte OK [m NAP]	Taludhelling [1:x]	Materiaal
Buitenbeschermingszone	Bovenkant Pleistocene	25	-39,5	-11,5	3	Klei
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	-36,8	-10,6	6	Veen
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	-25,4	-8,7	3	Klei
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	-17,6	-6,1	6	Veen

Zone	Type	Code	Afstand t.o.v. referentielijn [m]	Hoogte OK [m NAP]	Taludhelling [1:x]	Materiaal
Grens buitenbeschermingszone – beschermingszone	Waterbodemdiepte – 2 m	25	-15,5	-5,8	6	Veen
Beschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	-12,2	-5,2	4	Zand
Grens beschermingszone – kernzone	Vastgestelde afstand zanddijk	25	-6,0	-3,5	4	Zand
Kernzone	Buitenkruinlijn	99	0,0	-2,16		
Kernzone	Binnenkruinlijn	99	3,0	-2,16		
Kernzone	Binnenteen	99	8,6	-3,6	3	Zand
Kernzone	Insteek sloot	99	15,15	-3,7		
Kernzone	Slootbodem	99	19,5	-5,8		
Kernzone	Einde slootbodem	99	22,5	-5,8		
Grens kernzone – buiten beschermingszone	Uittredepunt	25	22,8	-5,6		Veen
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	25	25,5	-6,1	6	Veen
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	33,3	-8,7	3	Klei
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	44,7	-10,6	6	Veen
Buitenbeschermingszone	Bovenkant Pleistoceen	99	47,4	-11,5	3	Klei

3.3 Leggerprofiel De Toekomst zonder teensloot HDD boring

Het leggerprofiel van het dijkprofiel zonder teensloot is volgens dezelfde stappen uitgevoerd als in paragraaf 3.2. Om deze reden wordt in deze paragraaf alleen de belangrijkste resultaten gerapporteerd. De bepaling van de buitendijkse kernzone, beschermingszone en buitenbeschermingszone zijn hetzelfde als de zonerings uit paragraaf 3.2.4 en 3.2.5. De locatie van het profiel en geldigheidsvak (rode lijn) is in Figuur 11 weergegeven.



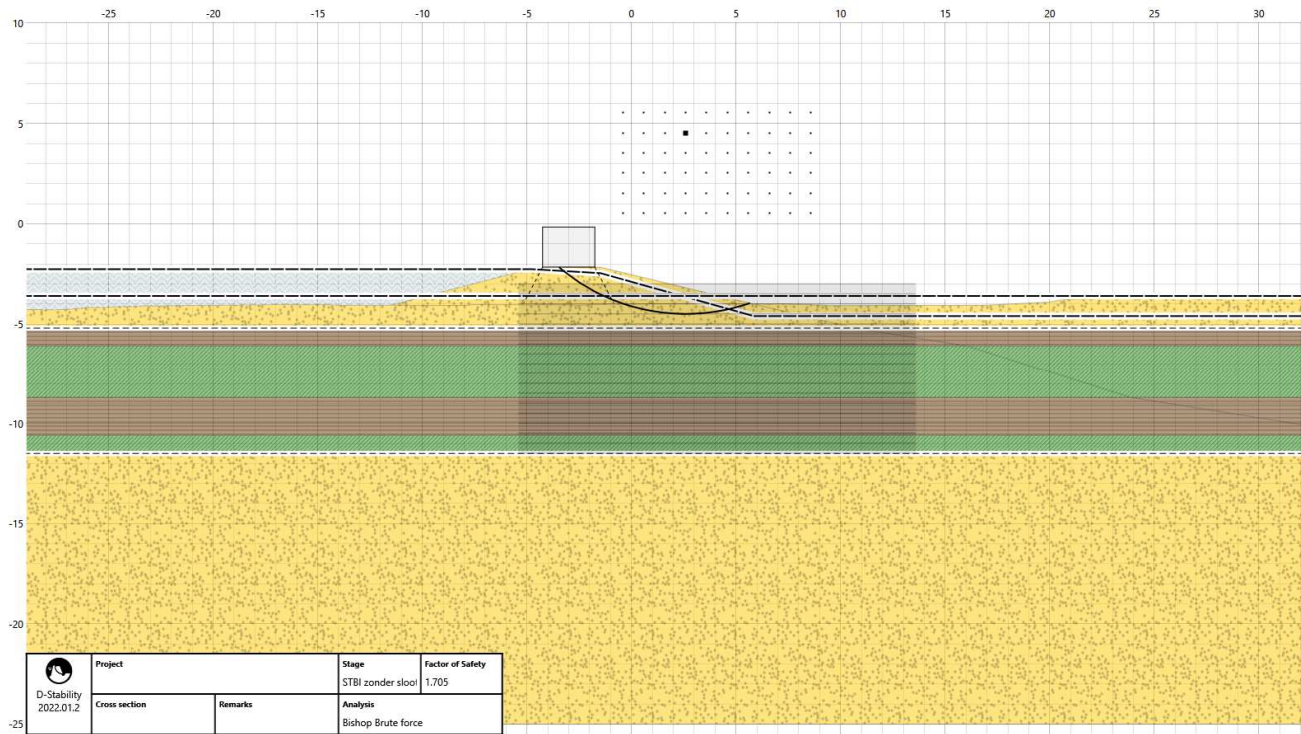
Figuur 11: Leggerprofiel locatie nabij Sportpark de Toekomst zonder teensloot

3.3.1 Bepalen binnendijkse kernzone (stap 2 en stap 3)

Voor de bepaling van de binnendijkse kernzone is de stabiliteit beschouwd met Bishop. In de handleiding staat beschreven om ook de stabiliteit te beschouwen met Spencer. Deze glijvlakmethode geeft soms arbitraire resultaten waardoor we in de bepaling van het leggerprofiel van Bishop zijn uitgegaan. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 20. Voor de bepaling van de grens tussen de kernzone en beschermingszone is uitgegaan van een kering zonder teensloot.

Tabel 16: Resultaten D-Stability analyse kernzone binnendijks

Model	Vereiste S.F.	Berekende S.F.	Afstand uittredepunt glijcirkel t.o.v. buitenkruinlijn [m]
Bishop	1,08	1,66	10,4



Figuur 12: Uittredepunt Bishop glijcirkel

De grens tussen de kernzone en beschermingszone wordt bepaald door de glijcirkel van het rekenmodel Bishop. De binnendijkse kernzone heeft een lengte van 10,4 m.

3.3.2 Vaststellen begrenzing van het binnendijkse leggerprofiel

Vanaf het uittredepunt van de glijcirkel wordt het leggerprofiel doorgetekend onder maatgevende taludhellingen tot de bovenkant van de pleistocene zandlaag. De grens met de pleistocene zandlaag vormt de grens van de buitenbeschermingszone.

De maatgevende taludhellingen zijn:

- 1:4 voor zand
- 1:3 voor klei
- 1:6 voor veen

Voor het bepalen van de grens tussen de beschermingszone en de buitenbeschermingszone is op basis van stap 3 en 4 een fictieve ontgraving van 2m-mv toegepast.

Op basis van de bodemopbouw uit Tabel 5 ligt de grens van de buitenbeschermingszone binnendijks op 42,5 m vanaf de referentielijn, de buitenkruinlijn, van de kering.

Tabel 17: Begrenzing van het binnendijkse leggerprofiel

Omschrijving	Afstand t.o.v. referentielijn [m]	Hoogte onderkant laagscheiding [m NAP]	Maatgevende taludhelling [1:x]	Materiaal
Buitenkruinlijn	0,0			N.v.t.
Binnenkruinlijn	3,0	-1,9	-	N.v.t.
Binnenteen	10,4	-4,0	3	Zand

Omschrijving	Afstand t.o.v. referentielijn [m]	Hoogte onderkant laagscheiding [m NAP]	Maatgevende taludhelling [1:x]	Materiaal
Uittredepunt	10,4	-4,0	-	N.v.t.
Maatgevende taludhelling	15,2	-5,2	4	Zand
Maatgevende taludhelling	20,6	-6,1	6	Veen
Maatgevende taludhelling	28,4	-8,7	3	Klei
Maatgevende taludhelling	39,8	-10,6	6	Veen
Maatgevende taludhelling	42,5	-11,5	3	Klei

3.3.3 Bepalen grens beschermingszone-buitenbeschermingszone

In de buitenbeschermingszone van een waterkering mag zonder melding of vergunning tot 2 m diep worden ontgraven. De ontgraving mag echter niet het leggerprofiel doorsnijden. Om het onderscheid te kunnen maken tussen de beschermingszone en de buitenbeschermingszone dient te worden uitgerekend of deze ontgraving kan worden uitgevoerd zonder de glijcirkel van de kernzone te beïnvloeden. Hierbij wordt in het achterland, op afstand van het uittredepunt van de glijcirkel, een ontgraving van 2 m vanaf het maaiveld geschematiseerd en wordt gecontroleerd of de vereiste stabiliteitseis nog wordt gewaarborgd. Dat is het geval als de berekende maatgevende glijcirkel uit stap 2 niet wordt beïnvloed of dat de ontgraving van 2 m het leggerprofiel niet doorsnijdt, waarbij de berekende veiligheidsfactor nog voldoet aan de vereiste veiligheidsfactor. Voor de stabiliteitsberekening van de beschermingszone en de buitenbeschermingszone is gerekend met het Bishop rekenmodel.

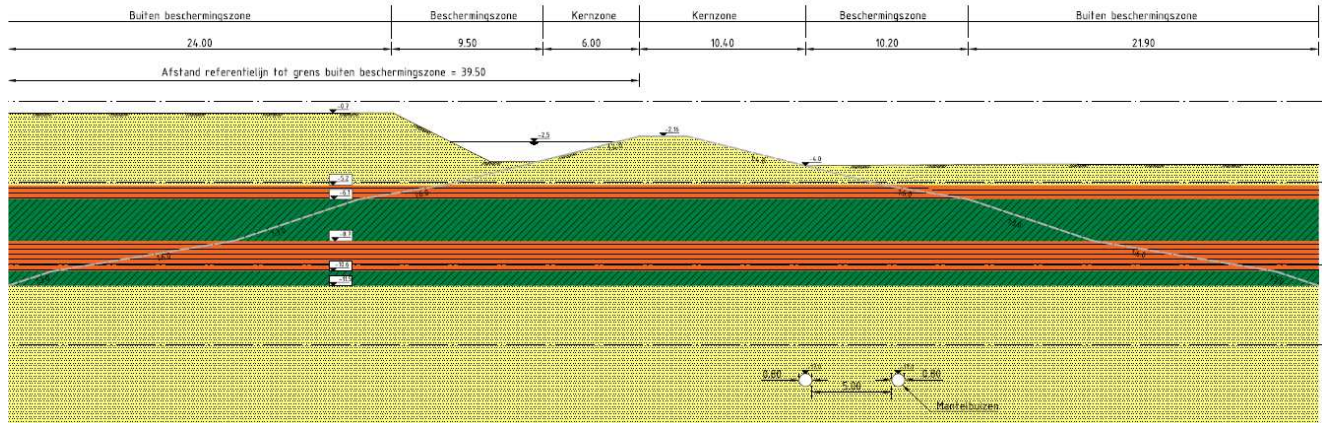
Tabel 18: Afstanden leggerzoneringen ten opzichte van de referentielijn

Grens leggerzonering	Afstand van [m]	Afstand tot [m]
Binnendijkse kernzone	0	10,4
Beschermingszone	10,4	20,6
Buitenbeschermingszone	20,6	42,5

Bij de bepaling van de grens van de beschermingszone is een beschouwing van opbarsten in relatie tot piping benodigd. De bodemopbouw ter plaatse van de DNK is binnendijks niet pipinggevoelig. De stijghoogte in het watervoerend pakket wordt niet beïnvloed door het waterpeil in DNK. Daarnaast zijn er geen ondiepe tussenzandlagen aanwezig die dit kunnen veroorzaken. Zeker in de eindsituatie van DNK kan piping niet optreden omdat een intredepunt ontbreekt.

3.3.4 Resultaat leggerzoneringen sportpark de Toekomst zonder teensloot

In Figuur 10 is het leggerprofiel weergegeven met bijbehorende leggerzoneringen. In Tabel 15 worden de coördinaten van het leggerprofiel en zoneringen weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat de kernzone een totale lengte heeft van 16,4 m.



Figuur 13: Leggerzoneringen (grijze lijn is leggerprofiel)

Tabel 19: Coördinaten leggerprofiel en zonerings

Zone	Type	Code	Afstand t.o.v. referentielijn [m]	Hoogte OK [m NAP]	Taludhelling [1:x]	Materiaal
Buitenbeschermingszone	Bovenkant Pleistoceen	25	-39,5	-11,5	3	Klei
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	-36,8	-10,6	6	Veen
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	-25,4	-8,7	3	Klei
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	-17,6	-6,1	6	Veen
Grens buitenbeschermingszone – beschermingszone	Waterbodemdpte – 2 m	25	-15,5	-5,8	6	Veen
Beschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	-12,2	-5,2	4	Zand
Grens beschermingszone – kernzone	Vastgestelde afstand zanddijk	25	-6,0	-3,5	4	Zand
Kernzone	Buitenkruinlijn	99	0,0	-2,16		
Kernzone	Binnenkruinlijn	99	3,0	-2,16		
Kernzone	Binnenteen	99	10,4	-4,0	3	Zand
Grens kernzone – beschermingszone	Uittredepunt	25	10,4	-4,0		Zand
Beschermingszone	Maatgevende tauldhelling	99	15,2	-5,2		Zand
Grens beschermingszone - buitenbeschermingszone	Ontgraving 2 m	25	20,6	-6,1	6	Veen
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	28,4	-8,7	3	Klei

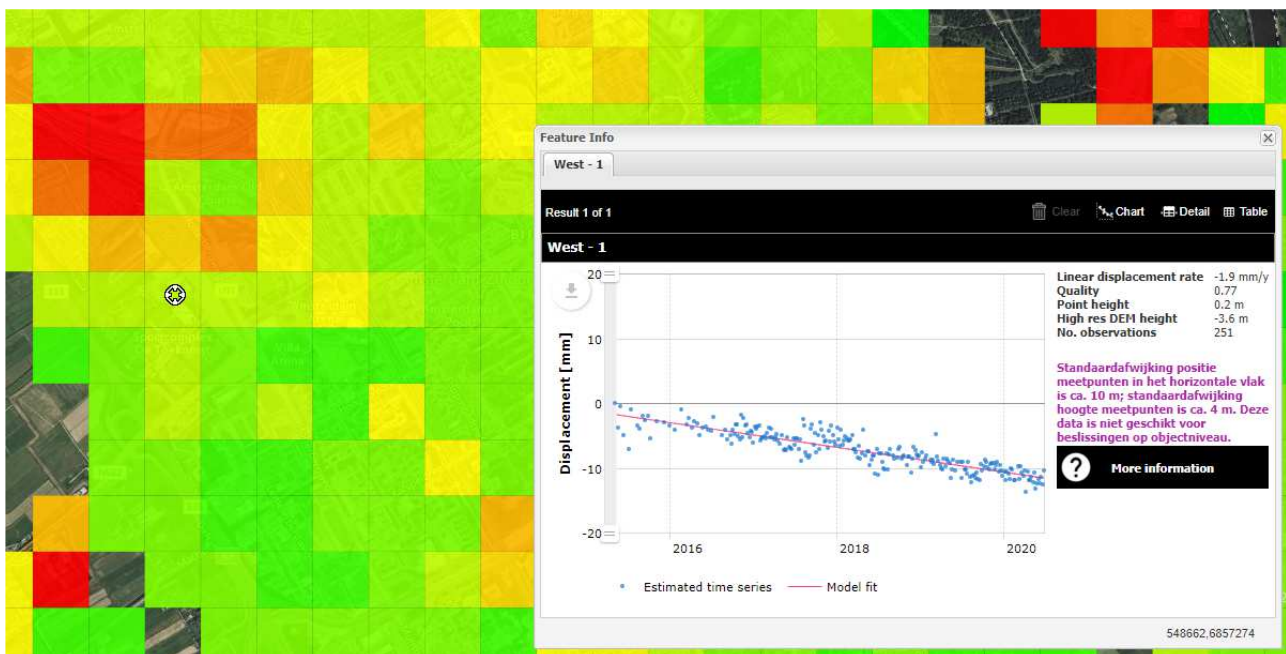
Zone	Type	Code	Afstand t.o.v. referentielijn [m]	Hoogte OK [m NAP]	Taludhelling [1:x]	Materiaal
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	39,8	-10,6	6	Veen
Buitenbeschermingszone	Bovenkant Pleistoceen	99	42,5	-11,5	3	Klei

4 Profiel van vrije ruimte

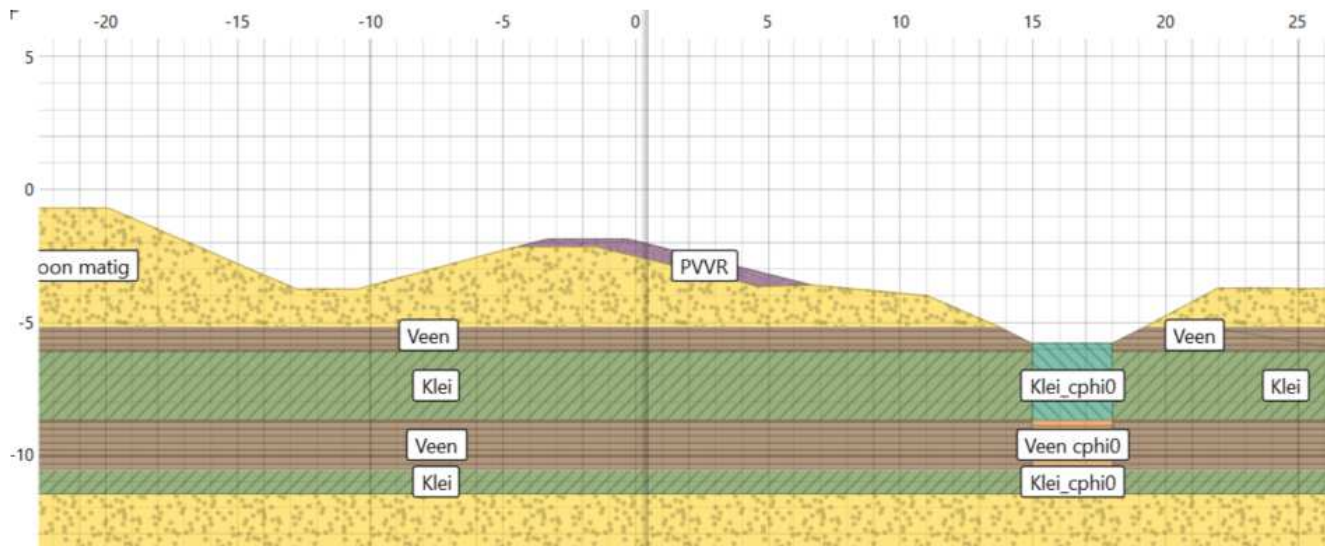
Het profiel van vrije ruimte (PVVR), is het gebied dat nodig is om toekomstige verbeteringen aan de waterkering te kunnen realiseren. Met het opnemen van een profiel van vrije ruimte wordt beoogd ontwikkelingen te voorkomen die het realiseren van de voorgenomen verbetering onmogelijk maken of slechts mogelijk te maken via verwijdering of aanpassing van werken met grote financiële consequenties. Het profiel van vrije ruimte staat onafhankelijk van de in de legger vastgestelde kernzone en (buiten)beschermingszone van de waterkering.

Voor DNK is het PVVR bepaald om ruimte te reserveren voor toekomstige dijkverbeteringen. Hierbij een ontwerpperiode van 30 jaar aangehouden. Hierbij gaan we uit van een autonome bodemdaling van 1cm/jaar. Dit is een conservatief uitgangspunt wanneer je dit vergelijkt met de beschikbare data via <https://bodemdalingskaart.portal.skygeo.com/portal/bodemdalingskaart/u2/viewers/basic/>. Deze kaart, waarin satelliet metingen zijn verwerkt, geeft aan dat in dit gebied een bodemdaling plaatsvindt van 1,9mm/jaar. Het betreft hier meer een indicatie dan de absolute waarheid in verband met meet(on)nauwkeurigheden.

Voor het PVVR wordt in het ontwerp rekening gehouden met 30cm zetting voor 30 jaar. Bij het ontwerp is rekening gehouden met ruimtereservering bij de kruin. Aangezien de berekende veiligheid van het ontwerp ruim boven de eis ligt zijn versterkingen van de berm als gevolg van autonome zetting niet benodigd.



Figuur 14: Bodemdalingskaart gebied De Nieuwe Kern



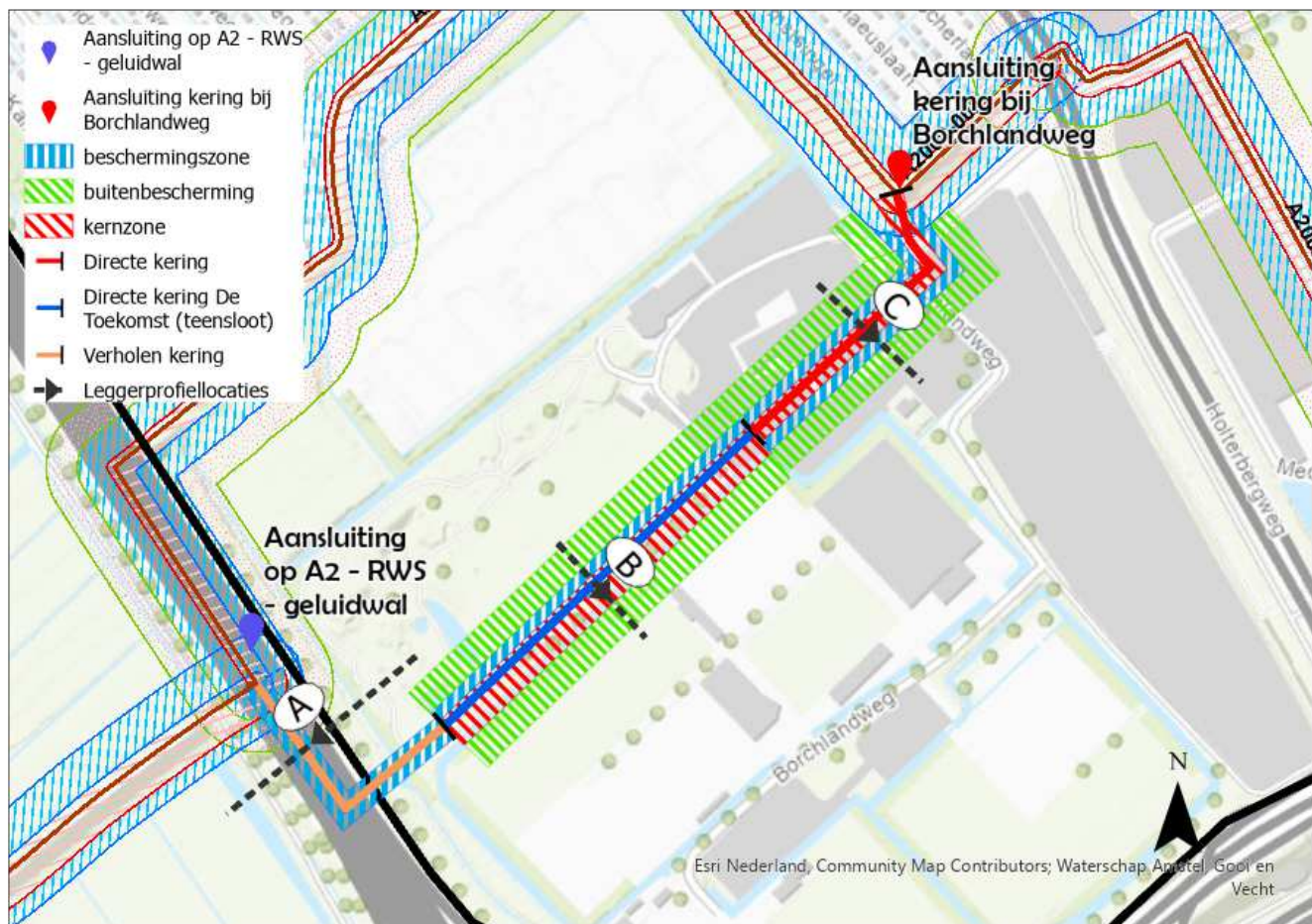
Figuur 15: PVVR leggerprofiel met teensloot

De opleverhoogte is NAP-1,86m. Zowel bij het ontwerp met de teensloot als zonder de teensloot voldoet de berekening aan de vereiste veiligheid. De vereiste veiligheidsfactor is 1,08 en de berekende veiligheidsfactor is 1,218.

5 Samenvatting leggerzoneringen

In de voorgaande paragrafen zijn de leggerprofielen van de verholen en directe kering bepaald op basis van een lange gestuurde boring tussen de zuidoostzijde van de A2 en het hoogspanningsstation Bijlmer-Noord. In Figuur 16 zijn de leggerzoneringen weergegeven. Ter plaatse van de oranje lijn is het leggerprofiel van de verholen kering uit paragraaf 3.1 van toepassing. Dit betreft een kernzone van 3 meter en een maximale beschermingszone van 9,4 m aan beide zijden. Aangezien het grondlichaam van de A2 uit zand zal bestaan, is de optimalisatie om de kering van klei te maken niet relevant.

Ter plaatse van de blauwe lijn is het leggerprofiel van de directe kering langs sportpark De Toekomst met teensloot uit paragraaf 3.2 van toepassing. Ter plaatse van de rode lijn is het leggerprofiel uit paragraaf 3.3 van toepassing. Op deze locatie is geen teensloot aanwezig. In het ontwerp is rekening gehouden met de eisen uit paragraaf **Error! Reference source not found.** Het belangrijkste onderdeel van het ontwerp is de combinatie van de kering en het 150kV tracé. De kabels liggen met dit ontwerp in het pleistocene zand in de bij de blauwe lijn in de kernzone en bij de rode lijn in de beschermingszone van de kering.



Figuur 16: Leggerprofiel zoneringen

6 Ontwerp waterkering en aandachtspunten

6.1 Bekleding

De sloot aan de zijde van DNK heeft een breedte van 6 m op de waterlijn. Deze breedte is te beperkt voor golfoploop en golfoverslag. Hierdoor zijn de eisen waaraan de bekleding van de kering moet voldoen beperkt. De waterkering wordt een groene kering. Aan de zijde van DNK moet de deklaag bestaan uit een kleiige deklaag van ongeveer 70 cm dikte. Aan de kant van de Toekomst wordt volstaan met een leeflaag van teelaarde waarop een goede grasmat zich kan ontwikkelen.



Figuur 17: Bekleding kering

6.2 (Teen)sloot De Toekomst

Bij de (teen)sloot van De Toekomst is het mogelijk dat bij het verdiepen van de sloot de slootbodem opbarst. Dit komt door de hoge stijghoogte die in het watervoerend pakket aanwezig is en het beperkte gewicht van de deklaag. Daarentegen is de deklaag onder de slootbodem nog zeker 5 meter dik en de breedte van de sloot beperkt. De huidige sloot staat niet in de legger van Waternet. De slootbodem in het ontwerp ligt op NAP-5,8m. Op dit moment betreft het een sloot met een waterdiepte van ongeveer 40 cm. De slootbodem ligt nu op ongeveer NAP-5m.

Bij het ophogen van het terrein bestaat ook het risico op squeezing. Hierbij bestaat de kans dat de slappe lagen naar de sloot worden gedrukt. Hier moet in de uitvoering rekening mee worden gehouden.

Bijlage A Bronnen

- [Ref 1]. Leidraad Toetsen Op Veiligheid Regionale Waterkeringen, STOWA, 2015.
- [Ref 2]. Leidraad Ontwerp nieuwe waterinfrastructuur water, Waternet, 2019.
- [Ref 3]. Handleiding berekenen leggerprofielen dijken volgens de keur, Waternet, 2019.
- [Ref 4]. Geotechnisch- en laboratoriumonderzoek De Nieuwe Kern civieltechnische studie, Fugro, 2018.
- [Ref 5]. Update regionale proevenverzameling sterkteparameters ondergrond beheergebied AGV, Waternet, 2019

Bijlage B Schetsontwerp kering langs sportpark De Toekomst en leggerzonerings bij lange HDD boring

Bijlage C Ontwerp kering gecombineerd met 150 kV tracé in de berm (Terugvaloptie)

Leggerprofiel 150 kV tracé in open ontgraving

Op basis van de uitgangspunten uit hoofdstuk 2 en de Handleiding bepaling leggerprofiel [Ref 3] is het leggerprofiel bepaald voor de waterkering langs DNK. De waterkering wordt als grondlichaam uitgevoerd. Er wordt voor zowel de buiten- en binnendijkse zijde zoneringen bepaald.

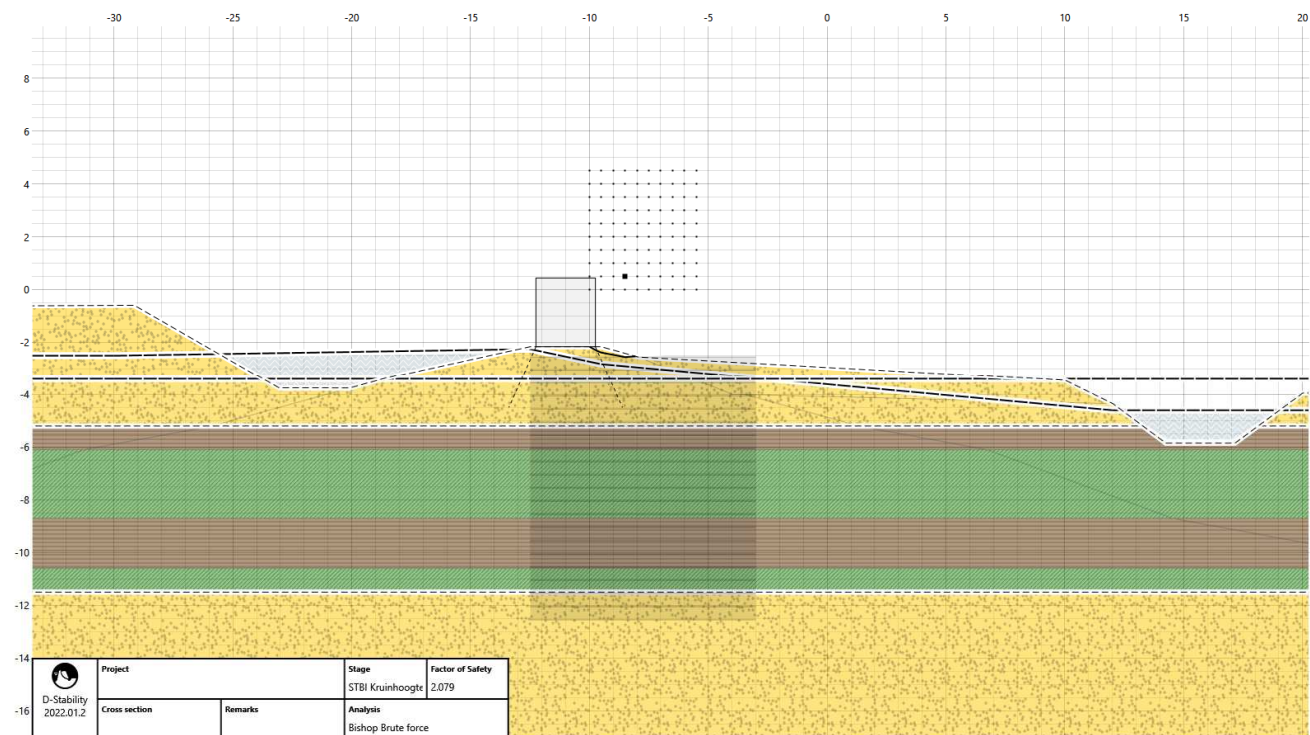
Bepalen binnendijkse kernzone (stap 2 en stap 3)

Voor de bepaling van de binnendijkse kernzone is de stabiliteit beschouwd met Bishop. In de handleiding staat beschreven om ook de stabiliteit te beschouwen met Spencer. Deze glijvlakmethode geeft soms arbitraire resultaten waardoor we in de bepaling van het leggerprofiel van Bishop zijn uitgegaan. Het resultaten is weergegeven in

Tabel 20: Resultaten D-Stability analyse kernzone binnendijks

Model	Vereiste S.F.	Berekende S.F.	Afstand glijcirkel t.o.v. buitenkruinlijn [m]
Bishop	1,08	2,02	4,6

Het uittredepunt van rekenmode Spencer is het meest maatgevend voor de grens van de binnendijkse kernzone. In Figuur 18 is de glijcirkel weergegeven. Door het beperkte hoogteverschil tussen de kruinhoogte van de kering en de berm is de glijcirkel erg klein. Een dergelijk glijvlak zijn niet leiden tot een overstrooming.



Figuur 18: Uittredepunt Bishop glijcirkel

De grens tussen de kernzone en beschermingszone wordt bepaald door de glijcirkel van het rekenmodel Bishop. De binnendijkse kernzone heeft een lengte van 4,6 m.

Vaststellen begrenzing van het binnendijs leggerprofiel

Vanaf het uitredepunt van de glijcirkel wordt het leggerprofiel doorgetekend onder maatgevende taludhellingen tot de bovenkant van de pleistocene zandlaag. De grens met de pleistocene zandlaag vormt de grens van de buitenbeschermingszone.

De maatgevende taludhellingen zijn:

- 1:4 voor zand
- 1:3 voor klei
- 1:6 voor veen

Voor het bepalen van de grens tussen de beschermingszone en de buitenbeschermingszone is op basis van stap 3 en 4 een fictieve ontgraving van 2m-mv toegepast.

Op basis van de bodemopbouw uit Tabel 21: Begrenzing van het binnendijs leggerprofiel ligt de grens van de buitenbeschermingszone binnendijs op 42,5 m vanaf de referentielijn van de kering.

Tabel 21: Begrenzing van het binnendijs leggerprofiel

Omschrijving	Afstand t.o.v. referentielijn [m]	Hoogte onderkant laagscheiding [m NAP]	Maatgevende taludhelling [1:x]	Materiaal
Buitenkruinlijn	0,0	-2,16		N.v.t.
Binnenkruinlijn	3,0	-2,16		N.v.t.
Binnenteen	4,6	-2,55	4	Zand
Uitredepunt	4,6	-2,55		N.v.t.
Maatgevende taludhelling	15,2	-5,2	4	Zand
Maatgevende taludhelling	20,6	-6,1	6	Veen
Maatgevende taludhelling	28,4	-8,7	3	Klei
Maatgevende taludhelling	39,8	-10,6	6	Veen
Maatgevende taludhelling	42,5	-11,5	3	Klei

Bepalen grens beschermingszone-buitenbeschermingszone

In de buitenbeschermingszone van een waterkering mag zonder melding of vergunning tot 2 m diep worden ontgraven. Hiervoor zijn twee mogelijkheden, door het uitvoeren van stabiliteitsberekeningen waarbij de glijcirkel niet wordt beïnvloed door de ontgraving of het voorkomen van het doorsnijden van het leggerprofiel door de ontgraving, waarbij wordt gecontroleerd of de vereiste stabiliteitseis is gewaarborgd.

Bij het ontwerp van de kering waarbij het 150 kV tracé in de kering ligt, is iteratief bepaald wanneer de glijcirkel niet wordt beïnvloed door de ontgraving van 2 m. Deze ontgraving doorsnijdt wel het leggerprofiel, maar heeft geen invloed op de stabiliteit van de waterkering.

Tabel 22: Afstanden leggerzoneringen ten opzichte van de referentielijn

Grens leggerzonering	Afstand van [m]	Afstand tot [m]
Binnendijs kernzone	0	4,6

Beschermingszone	4,6	10,5
Buitenbeschermingszone	10,5	40,3

Bij de bepaling van de grens van de beschermingszone is een beschouwing van opbarsten in relatie tot piping benodigd. De bodemopbouw ter plaatse van de DNK is binnendijs niet pipinggevoelig. De stijghoogte in het watervoerend pakket wordt niet beïnvloed door het waterpeil in DNK. Daarnaast zijn er geen ondiepe tussenzandlagen aanwezig die dit kunnen veroorzaken. Zeker in de eindsituatie van DNK kan piping niet optreden omdat een intredepunt ontbreekt.

Bepalen buitendijkse kernzone

Aan de buitenzijde (hoogwaterzijde) wordt het leggerprofiel vanaf de referentielijn van de waterkering onder maatgevende taluds ingetekend tot de pleistocene zandlaag. De waarden die worden aangehouden zijn:

- 1:4 voor zand
- 1:3 voor klei
- 1:6 voor veen.

Tabel 23: Leggerprofiel op basis van bodemopbouw buitendijs

Omschrijving	Afstand referentielijn [m]	Hoogte onderkant laagscheiding [NAP m]	Taludhelling [1:]	Materiaal [-]
Referentielijn	0	-2,16		
Maatgevende taludhelling	-12,2	-5,2	4	Zand
Maatgevende taludhelling	-17,6	-6,1	6	Veen
Maatgevende taludhelling	-25,4	-8,7	3	Klei
Maatgevende taludhelling	-36,8	-10,6	6	Veen
Maatgevende taludhelling	-39,5	-11,5	3	Klei

De grens van het buitendijkse leggerprofiel loopt tot 39,5m van de referentielijn.

De kernzone aan de boezemzijde van het profiel wordt bepaald door het materiaal waaruit de dijk is opgebouwd. Uitgangspunt voor de breedte van de kernzone is een aangenomen standaard diepte van de onderwaterbodem ten opzichte van de kruin van 1,5 m. Dit levert de volgende waarden ten opzichte van de referentielijn (nulpunt):

- 6 m voor zand
- 4,5 m voor klei
- 9 m voor veen.

Het leggerprofiel betreft in dit stadium nog een schetsontwerp. In het leggerprofiel gaan we daarom nu uit van een kering bestaande uit zand met een buitendijkse kernzone van 6m. Indien de kering in klei wordt uitgevoerd dan kan deze zonering verkleind worden naar 4,5m.

Bepalen buitendijkse beschermingszone

De begrenzing van de beschermingszone aan de buitendijkse zijde wordt als volgt bepaald: Van het streefpeil wordt de leggerdiepte afgetrokken. Dit is de vaste waterbodemiepte ten opzichte van NAP. Vervolgens wordt hier een laag van 2 meter (slecht doorlatend pakket; conform pipingcriterium en hydraulische kortsluiting leidraad toetsen) af gehaald. De buitenbeschermingszone start vanaf het punt op het leggerprofiel waar deze diepte wordt gehaald.

De uitgangspunten voor de bepaling van de buitendijkse beschermingszone is opgenomen in Tabel 14.

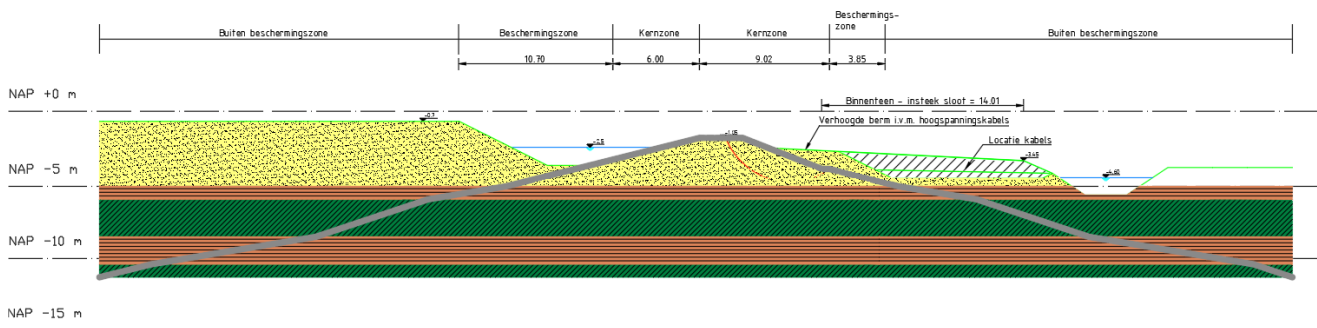
Tabel 24: Uitgangspunten buitendijkse beschermingszone

Omschrijving	Waarde
Streefpeil	NAP-2,5m
Leggerdiepte	1,25m
Vaste waterbodem	NAP-3,75
Vaste waterbodem – 2m	NAP-5,75
Afstand grens beschermingszone- buitenbeschermingszone	15,5m

De afstand van de referentielijn tot de beschermingszone is 15,5 m en de afstand tussen de referentielijn en de buitenbeschermingszone is 39,5 m.

Resultaat leggerzoneringen

In Figuur 19 is het leggerprofiel weergegeven met bijbehorende leggerzoneringen. In Tabel 25 worden de coördinaten van het leggerprofiel en zoneringen weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat de kernzone een totale lengte heeft van circa 15 m.



Figuur 19: Leggerzoneringen (grijze lijn is leggerprofiel)

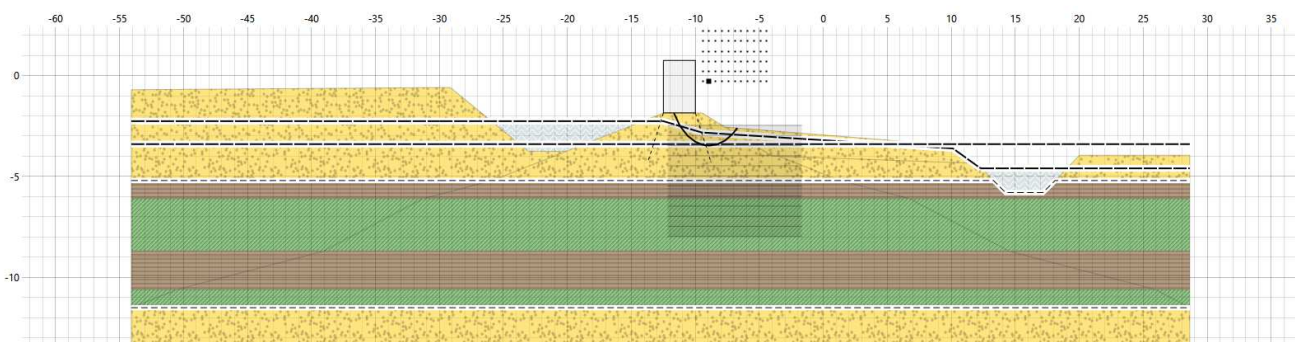
Tabel 25: Coördinaten leggerprofiel en zoneringen

Zone	Type	Code	Afstand t.o.v. referentielijn [m]	Hoogte OK [m NAP]	Taludhelling [1:x]	Materiaal
Buitenbeschermingszone	Bovenkant Pleistoceen	25	-39,5	-11,5	3	Klei
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	-36,8	-10,6	6	Veen
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	-25,4	-8,7	3	Klei
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	-17,6	-6,1	6	Veen

Zone	Type	Code	Afstand t.o.v. referentielijn [m]	Hoogte OK [m NAP]	Taludhelling [1:x]	Materiaal
Grens buitenbeschermingszone – beschermingszone	Waterbodemdiepte – 2 m	25	-15,5	-5,8	6	Veen
Beschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	-12,2	-5,2	4	Zand
Grens beschermingszone – kernzone	Vastgestelde afstand zanddijk	25	-6,0	-3,5	4	Zand
Kernzone	Buitenkruinlijn	99	0,0	-2,16		
Kernzone	Binnenkruinlijn	99	3,0	-2,16		
Kernzone	Binnenteen	99	4,6	-2,55	3	Zand
Grens kernzone – beschermingszone	Uittredepunt	25	4,6	-2,55	4	Zand
Grens beschermingszone-buitenbeschermingszone	Ontgraving 2m	25	10,5	-5		
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	15,2	-5,2	4	Zand
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	20,6	-6,1	6	Veen
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	28,4	-8,7	3	Klei
Buitenbeschermingszone	Maatgevende taludhelling	99	39,8	-10,6	6	Veen
Buitenbeschermingszone	Bovenkant Pleistoceen	99	42,5	-11,5	3	Klei

Beschouwing stabiliteit ontwerp

In het ontwerp is rekening gehouden met de eisen uit paragraaf **Error! Reference source not found.** Het belangrijkste onderdeel van het ontwerp is de combinatie van de kering en het 150kV tracé. De kabels liggen met dit ontwerp in de buitenbeschermingszone en voor de kabels is rekening gehouden met de dimensies zoals aangegeven door Tennet.



Figuur 20: Stabiliteitsberekening ontwerp SF=2,179

In de stabiliteitsberekening is rekening gehouden met een kruinhoogte van NAP-1,86m, overeenkomstig met een ontwerperperiode van 30 jaar. De berekende stabiliteitsfactor is 2,179. Bij een kering bestaande uit Klei, licht is de berekende SF = 2,548 en bij klei, zwaar is de SF=2,679. Dit is in combinatie met een berm van zand. Hiermee voldoet het ontwerp van de kering ruim aan de vereiste veiligheidsfactoren. Eventuele dijkversterkingen zal zich gezien de hoge stabiliteit beperken tot het ophogen van de kruin.

Colofon

DIJKVERLEGGINGSPLAN DE NIEUWE KERN
BIJLAGE B GEOTECHNIEK - LEGGERPROFIEL EN DIJKONTWERP

KLANT

Gemeente Ouder-Amstel

AUTEUR

Sonja Kalle, Nick Clarijs

PROJECTNUMMER

30134996

ONZE REFERENTIE

J2P6W6F7X5PE-1560941738-907:3.0

DATUM

27 juli 2023

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

VRIJGEGEVEN DOOR

Bart Brookhuis
Specialist waterveiligheid en geotechniek

Sonja Kalle
Projectleider en adviseur waterveiligheid

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende ontwerp- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij helpen onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Wij zijn met 36.000 mensen actief die in ruim zeventig landen meer dan €4,2 miljard aan omzet genereren. Wij helpen UN-Habitat met onze mensen, die kennis en expertise leveren om de moeilijke leefomstandigheden te verbeteren in gebieden die lijden onder de gevolgen van klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[Arcadis](#)



[arcadis_nl](#)



[ArcadisNetherlands](#)