

Adviesrapportage Geotechniek (dijkstabiliteit)

**Monding Stepkensbeek [ZM_110_R]
KRW-ZN DP-6 Wp-5.1.16
Rijkswaterstaat**

6 oktober 2022 - Public

Contactpersoon

ARCADIS

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding en doel	4
1.2	Projectomschrijving	4
1.3	Leeswijzer	5
2	Ontwerp	6
3	Piping (STPH)	8
4	Macrostabieliteit	10
4.1	Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU)	10
4.2	Macrostabieliteit binnenwaarts (STBI)	10
5	Stabiliteit voorland	11
5.1	Golfafslag voorland (VLGA)	11
5.2	Afschuiving voorland (VLAF)	11
5.3	Zettingsvloeiing (VLVZ)	11
6	Conclusie	12
Bijlagen		
Bijlage A – Dwarsprofielen SO++		13
Colofon		14

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Kaderrichtlijn Water: Europese afspraken om de waterkwaliteit te verbeteren

Schoon oppervlaktewater is een essentiële randvoorwaarde voor planten en dieren om te kunnen leven. Bovendien biedt het voor de mens een aantrekkelijke leefomgeving. Daartoe hebben de lidstaten van de Europese Unie in 2000 de Kaderrichtlijn Water (KRW) vastgesteld. Doel van de KRW is dat al het water in Europa in schoon en gezond is.

De KRW-richtlijn bepaalt dat de wateren een goed leefgebied moeten vormen voor de planten en dieren die er van nature thuishoren. De KRW-opgave is het verbeteren van de chemische en ecologische kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Dit geldt voor al het water in Nederland, waarbij Rijkswaterstaat verantwoordelijk is voor het verbeteren van de kwaliteit van het water in de grote rivieren. De KRW kent drie uitvoeringsperioden: 2009-2015; 2016-2021 en 2022-2027. Uiterlijk in 2027 moeten de doelen voor schoon en gezond water zijn gehaald of moeten op zijn minst alle maatregelen zijn genomen om dit mogelijk te maken. Bij het niet halen van de KRW-doelen kan het Europese Hof van Justitie boetes opleggen.

KRW in Nederland

In Nederland is de minister van Infrastructuur en Waterstaat verantwoordelijk voor de uitvoering van de KRW. Om de KRW-doelstellingen te behalen werkt de minister nauw samen met andere overheden, zoals provincies, waterschappen en gemeenten. Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor het verbeteren van de kwaliteit van het water in de grote rivieren, waaronder ook de Maas. Om de ecologische kwaliteit van het water in de Maas te verbeteren heeft Rijkswaterstaat het programma KRW Zuid-Nederland (KRW-ZN) opgezet. Het programma KRW-ZN bestaat uit verschillende typen maatregelen: herinrichting van oevers, uiterwaarden en beekmondingen. Hiermee kunnen verdwenen leefgebieden van waterplanten en -dieren in en langs de Maas weer zoveel mogelijk worden teruggebracht.

Deze adviesrapportage Geotechniek (dijkstabiliteit) omvat de maatregel Monding Stepkensbeek (ZM_110_R) uit deelproject 6. De maatregel betreft het verbeteren van de doorstroming van de beek door het verbreden en verleggen van de beekmonding. Het doel van dit onderzoek is het in beeld brengen of het ontwerp haalbaar is met betrekking tot de waterveiligheid van de waterkering en dient ter onderbouwing van de vergunning aanvraag naar het waterschap.

1.2 Projectomschrijving

De maatregel ligt aan de oostelijke oever van de Maas, ten zuiden van de A67 die in het noorden boven Genooi langs loopt. Het maatregelgebied loopt van rivierkilometer 110.35 tot 110.57 in het voorland van normtraject 68-1, welke in beheer is van Waterschap Limburg. Figuur 1 geeft een weergave van de precieze ligging van het maatregelgebied.

De maatregel bestaat uit het verbreden van de beek op enkele locaties in de buiten beschermingszone en het verleggen van de beekmonding buiten de keurzonering. Door de graafwerkzaamheden in de beekloop is er mogelijk invloed op de achterliggende waterkering en daarmee op de waterveiligheid.



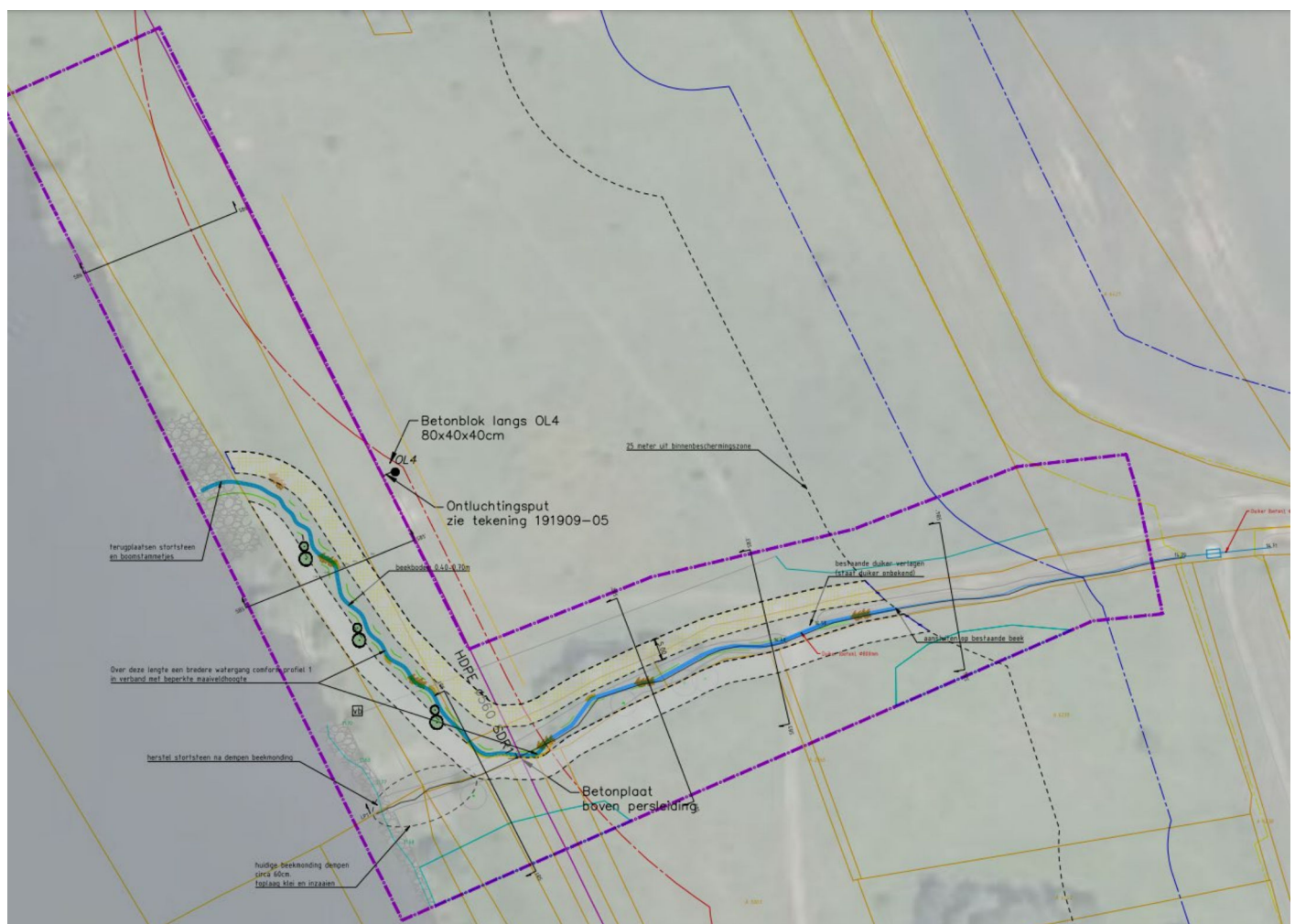
Figuur 1: Maatregelgebied (paars gearceerd) ten opzichte van de waterkering en keurzonering (kernzone = lichtgroen, binnen beschermingszone = oranje, buiten beschermingszone = geel)

1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt verder uitgeweid over het ontwerp van de maatregel. In Hoofdstuk 3 wordt de impact van de KRW-maatregel op het faalmechanisme piping behandeld. In Hoofdstuk 4 wordt macrostabiliteit behandeld, in Hoofdstuk 5 voorlanden. In Hoofdstuk 6 is de conclusie beschreven.

2 Ontwerp

Het hier gepresenteerde ontwerp is het definitief ontwerp (DO). Bij de beekmonding wordt de loop van de Stepkensbeek buiten de keurzonering verlegd om meer KRW-waarde te creëren door meer dynamiek in de beek aan te brengen en tevens een meer geleidelijke overgang te realiseren. Daarnaast worden in de beek houtpakketten aangebracht om specifieke soorten aan te trekken en een dynamische leefomgeving te creëren. Nabij de monding worden paaltjes aangebracht om de effecten van scheepvaartgolven te beperken. Bij de omlegging krijgt de binnenbocht van de beek een steil talud, de buitenbocht een flauw talud. Ter voorkoming van erosie en de aanwezigheid van een persleiding in de buitenbocht, wordt hier beschoeiing aangebracht ter versteviging. Her en der worden stukjes moerassig groen aangelegd. Ook binnen de beschermingszone wordt de loop van de beek aangepast door deze op enkele plekken te verbreden. Het gaat om een verbreding van 40 tot 70 cm, zie Figuur 4. De eerste werkzaamheden vinden plaats op 25 m buiten de binnen-beschermingszone, gelijk aan 45 m vanuit de buitenteen van de achterliggende waterkering, zie Figuur 2 en Figuur 3¹. Voor de overige dwarsprofielen zie Bijlage A.



Figuur 2: SO++ Monding Stepkensbeek

¹ Voor alle conditionerende onderzoeken is de onderzoeksinspanning bepaald op het ontwerp uit fase 1 (SO). Het is mogelijk dat gedurende fase 2 (van SO via SO+ naar SO++) het ontwerp van de maatregel aangepast is op basis van voortschrijdende inzichten vanuit omgeving of de uitgevoerde conditionerende onderzoeken. De onderzoeksinspanning is echter altijd dekkend voor het uiteindelijke SO++.

Legenda bestaande situatie

-  - bestaande situatie
-  - kadastrale grenzen met nummers
-  - bestaande rasters
-  - rivier kilometrerings
-  - maaiveldhoogtes in m NAP (AHN3)
-  - Aanduiding behoud

Legenda beschermingszone's

-  - waterstaatswerk
-  - binnenbeschermingszone
-  - buitenbeschermingszone

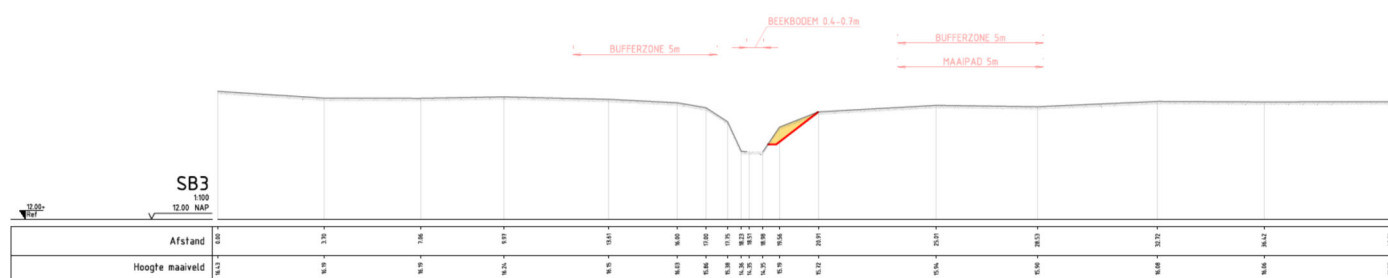
Legenda K&L

-  - Behouden persleiding WBL

Legenda ontwerp

-  - projectgrens
-  - locaties dwarsprofielen
-  - ontwerphoogtes in m NAP
-  - verwijderen rasterwerk
-  - aanbrengen rasterwerk
-  - aanbrengen boeienlijn
-  - verwijderen boeienlijn
-  - nieuwe moeraszone
-  - nieuwe beekbodem
-  - bufferzone
-  - Boom
-  - Heester
-  - Hoogtepeil
-  - Aanduiding nieuw
-  - Beheer/maaiPAD
-  - insteek talud
-  - taludlijnen
-  - aanbrengen dood rivierhout
zie D0 tekst
-  - naalhouten palen, ongeschild
zie D0 tekst

Figuur 3: Legenda SO++ tekening

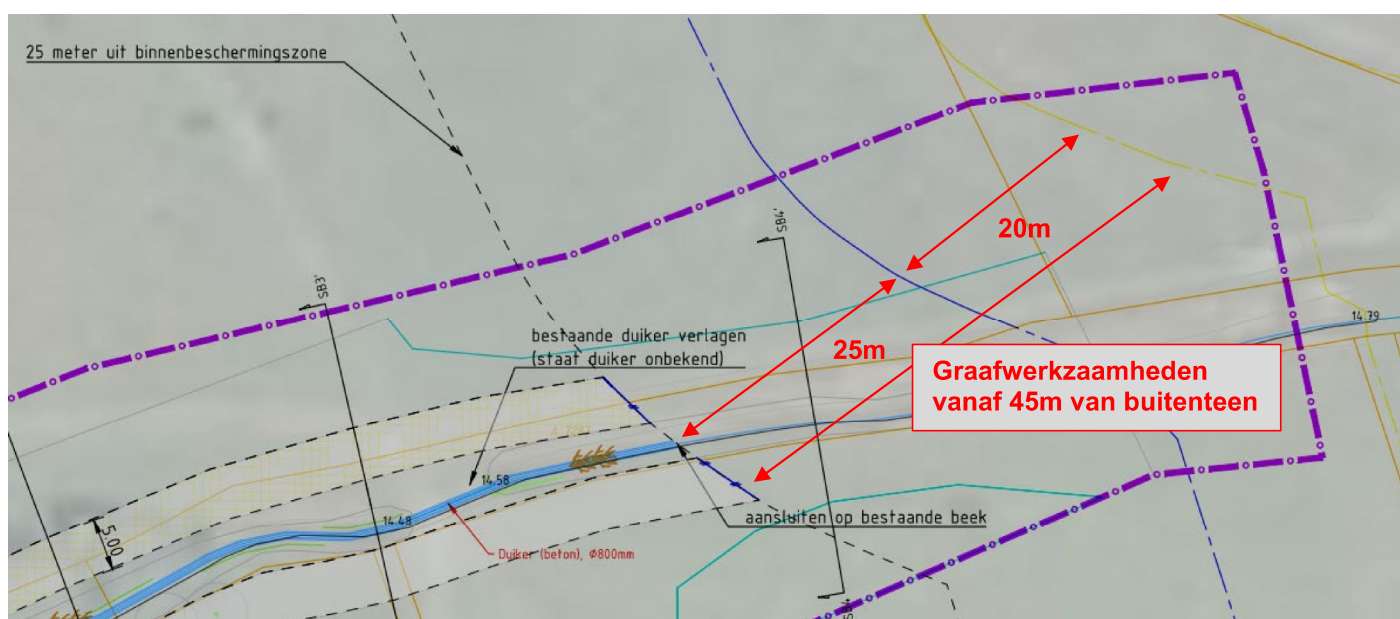


Figuur 4: Doorsnede SB3-SB3', door talud 40 tot 70 cm te verflauwen wordt de beek verbreed.

3 Piping (STPH)

Piping kan voorkomen tijdens hoogwatersituaties. Door het grote verschil in waterstand voor en achter de waterkering, ontstaan grote drukverschillen. Als er een intredepunt is, kan door die drukverschillen water onder de waterkering doorstromen en bij het uittredepunt achter de waterkering weer uitstromen; hier ontstaat een wel. Door de waterstroming door een zandlaag onder de waterkering, kan het water zanddeeltjes meenemen. Hierdoor ontstaat de kans dat er een pipe ontstaat. Als dit proces langer doorgaat, kan uitslijting van de pipe uiteindelijk leiden tot het instorten van de dijk.

Bij vergravingen in het voorland kan het intredepunt dichterbij de waterkering komen te liggen, met een negatief effect op de waterveiligheid tot gevolg. Bij de KRW-maatregel Monding Stepkensbeek bestaan de graafwerkzaamheden het dichtst op de kering, uit het verbreden van de beek met enkele tientallen centimeters. Deze werkzaamheden vinden plaats op 45 m afstand van de buitenteen van de achterliggende waterkering, zie Figuur 5.



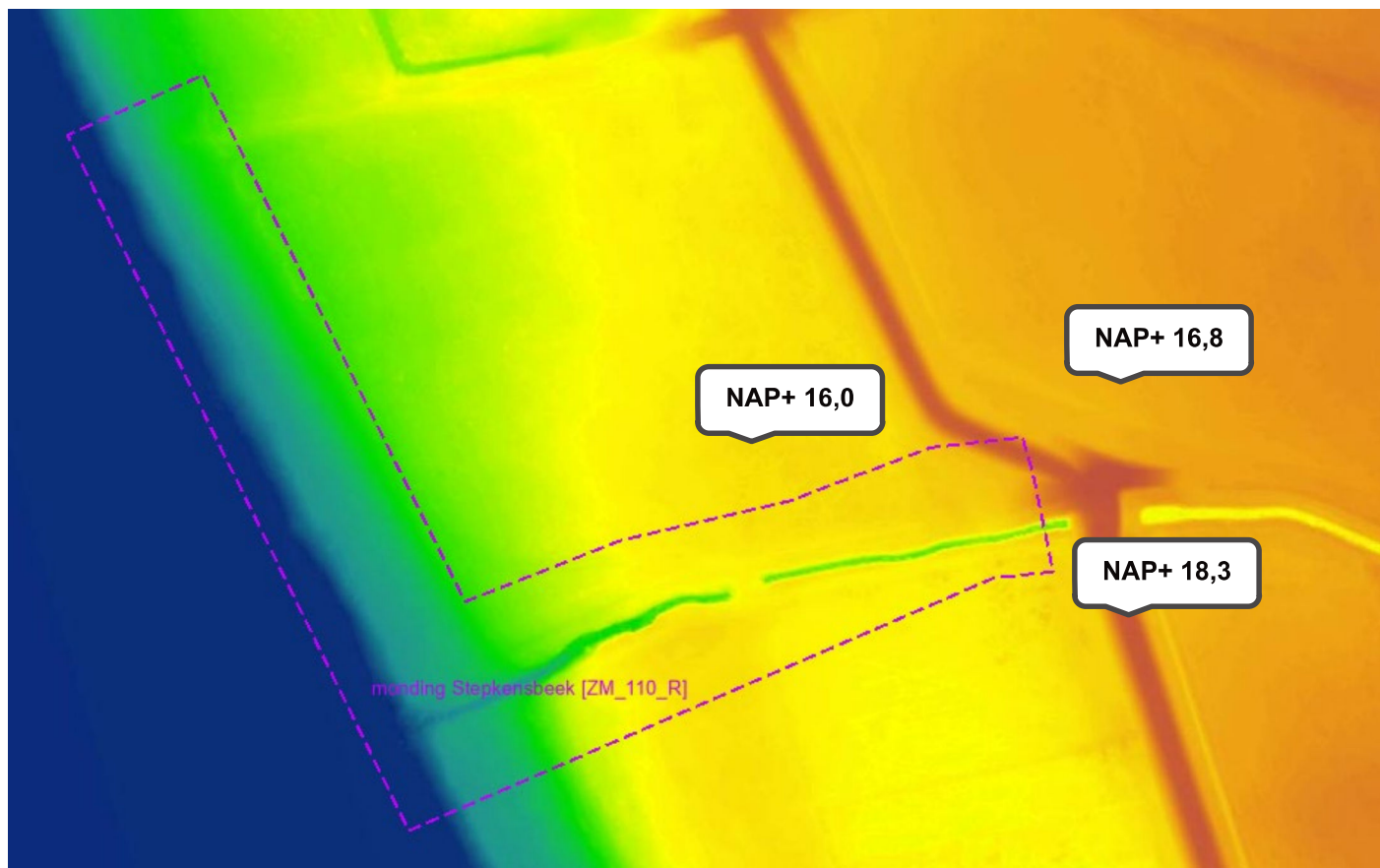
Figuur 5: Afstand graafwerkzaamheden (zwart gearceerd) vanaf buitenteen waterkering (gele lijn) en binnen beschermingszone (donkerblauwe lijn). Afstanden zijn aangegeven in rood.

Huidige situatie

De maaiveldhoogtes in de huidige situaties zijn gepresenteerd in Figuur 6. De beek snijdt door het voorland en fungeert daarmee als intredepunt voor piping. In het achterland is de beekloop ook het laagste punt waardoor het als uittredepunt fungeert. Het water wordt via een kunstwerk onder de kering door geleid. Voor de naastliggende groene dijk ligt het intredepunt in het voorland op basis van de aanwezig kleidikte. Het profiel ter hoogte van de Stepkensbeek is maatgevend voor de waterveiligheid.

Nieuwe situatie

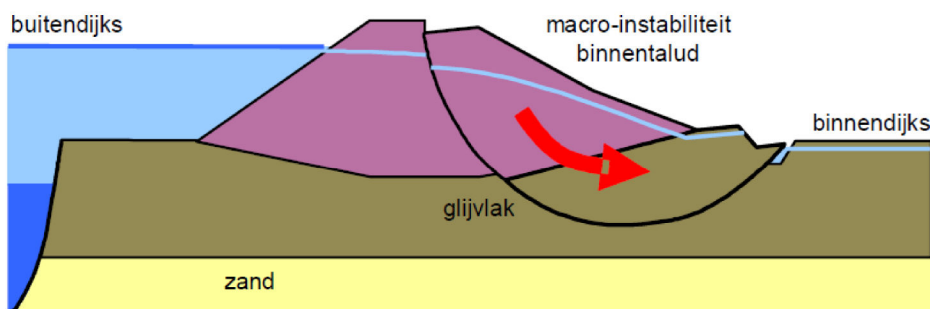
In de KRW-situatie wordt er niet in de diepte afgegraven in de beschermingszone. Het intredepunt voor piping, het diepste punt in het voorland, blijft de bodem van de beekloop. Wel wordt de beek 40 tot 70 cm verbreed met een flauw talud, dit heeft minimale impact in de breedte. In het achterland en aan de duiker vinden geen werkzaamheden plaats en blijft de situatie hetzelfde. Het groene dijkprofiel naast de Stepkensbeek wordt niet aangetast door de KRW-werkzaamheden, het profiel ter hoogte van de beekloop blijft maatgevend. De KRW-maatregel heeft theoretisch gezien geen negatieve invloed op het faalmechanisme piping.



Figuur 6: Maaiveldhoogte AHN3, voorland-, kruin- en achterlandhoogte

4 Macrostabiliteit

Er is sprake van macro-instabiliteit als grote delen van een grondmassief afschuiven langs een schuifvlak. De oorzaak van het afschuiven is een verlies van evenwicht van een grondmassa. Dit evenwicht bestaat uit een aandrijvend moment en een tegenwerkend moment.



Figuur 7: macro-instabiliteit binnenwaarts

4.1 Macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)

Voor een eenvoudige analyse of de waterkering voldoet aan macrostabiliteit, wordt uitgegaan van de vuistregel volgens NEN361 waar wordt gekeken naar de breedte van de stabiliteitszone van de dijk. Uit de vuistregel volgt dat de stabiliteitszone van de dijk niet groter is dan 4x de dijkhoogte.

De kruinhoogte van normtraject 68-1 ligt op circa NAP +18,3 m, de hoogte van het voorland is circa NAP +16,0 m. De dijkhoogte is hierdoor 2,3 m. Hiermee is de breedte van de stabiliteitszone 9,2 m. De KRW-maatregel ligt op een afstand van 45 m vanaf de kering. Hierdoor voldoet de afstand ruimschoots aan de vuistregel met betrekking tot de stabiliteitszone en heeft hierdoor geen invloed op de waterveiligheid van normtraject 68-1.

4.2 Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)

Er wordt minimaal afgegraven in de breedte: 40-70 cm met een flauw talud. Dit heeft geen substantiële invloed op de stijghoogte of het polderpeil ter plekke van de waterkering. Er is dus ook geen invloed op de macrostabiliteit binnenwaarts. Daarnaast is het achterland relatief hoog, zie Figuur 6. Hierdoor is de binnenwaartse stabiliteit al hoog.

5 Stabiliteit voorland

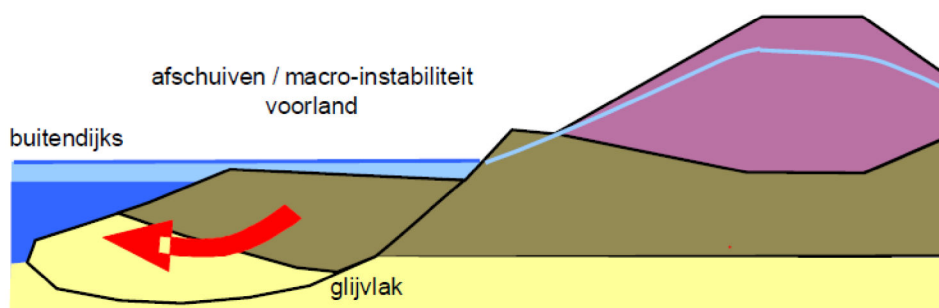
5.1 Golfafslag voorland (VLGA)

Het toetsspoor golfafslag voorland betreft een indirect faalmechanisme. Voor deze beoordeling wordt gebruik gemaakt van een signaleringsprofiel. Het signaleringsprofiel is het profiel van het voorland dat minimaal aanwezig moet zijn om te voorkomen dat eventuele golfafslag schadelijk is voor de waterkering.

De KRW-maatregel betreft het verruimen en verleggen van de beekmonding. Bij de nieuwe monding van de beek worden stortsteen en boomstammetjes geplaatst om golfafslag te voorkomen. De KRW-maatregel heeft geen negatieve invloed op het faalmechanisme golfafslag voorland (VLGA).

5.2 Afschuiving voorland (VLAF)

Het afschuiven voorland kan een inleidend mechanisme zijn voor macro-instabiliteit van de waterkering. Wanneer het restprofiel van het voorland na afschuiven de stabiliteitszone van de kering doorsnijdt, kan de kering instabiel worden.



Figuur 8: Principeschets afschuiving voorland

De nieuwe loop van de beekmonding heeft een flauwer verloop dan de huidige monding. Hiermee wordt de oever stabiel en is er geen negatief effect op het faalmechanisme afschuiving voorland (VLAF).

5.3 Zettingsvloeiing (VLVZ)

Bij aanwezigheid van zettingsvloeiingsgevoelige ondergrond kan een onderwater zandtalud spontaan instabiel worden, waarna het zand uitvloeit om pas bij een zeer flauwe helling te sedimenteren.

De nieuwe loop van de beekmonding heeft een flauwer verloop dan de huidige monding. Hiermee wordt de oever stabiel en is er geen negatief effect op het faalmechanisme zettingsvloeiing (VLVZ).

6 Conclusie

De eerste graafwerkzaamheden van de KRW-maatregel beginnen in de beschermingszone op minimaal 45 m afstand van het dijklichaam. Voor het deel binnen de beschermingszone dient een vergunning aangevraagd te worden bij het waterschap. De invloedszone van macrostabiliteit is 9,2 m breed, er is geen impact op dit faalmechanisme. Ook is er in theorie geen invloed op piping vanwege het hoge achterland en de minimale impact van de maatregel. Bij de nieuwe beekmonding buiten de beschermingszone wordt stortsteen aangebracht om erosie en golfafslag te voorkomen. Er is geen invloed op de overige voorland faalmechanismen. De KRW-maatregel heeft theoretisch gezien geen impact op de waterveiligheid.

Als in de toekomst een waterkering nodig is vanwege hogere waterstanden, zal de verbreding van de beek niet bijdragen aan een substantieel hoger risico op de waterveiligheid door de minimale impact van de ingreep.

Bijlage A – Dwarsprofielen SO++

Colofon

ADVIESRAPPORTAGE GEOTECHNIEK (DIJKSTABILITEIT)
MONDING STEPKENSBEK [ZM_110_R]
KRW-ZN DP-6 WP-5.1.16

KLANT
Rijkswaterstaat

AUTEUR
Arcadis

PROJECTNUMMER
30069107

ONZE REFERENTIE
D10057629:14

DATUM
6 oktober 2022

STATUS
Definitief

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 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[Arcadis](#)



[arcadis_nl](#)



[ArcadisNetherlands](#)