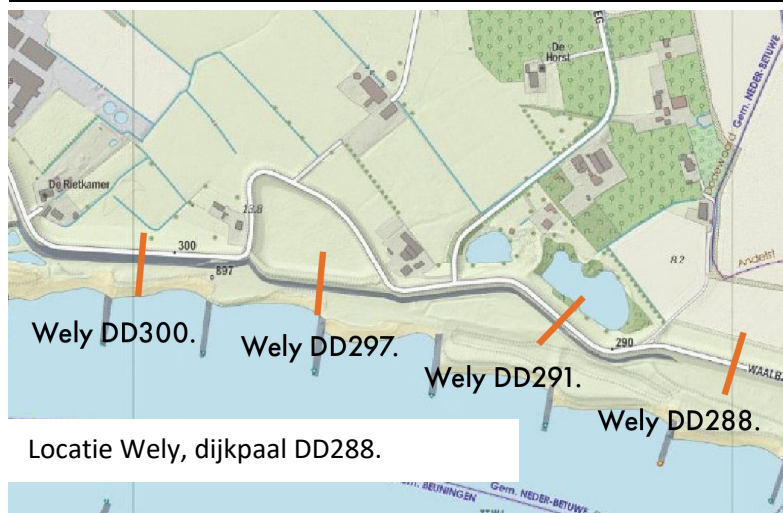


---

Deze bijlage betreft een verzameling aan ‘ontwerpdocumenten’ voor het Voorkeursalternatief (VKA) voor de dijkversterking Neder-Betuwe. In elk VKA ontwerpdocument is voor elke dijksectie – bestaande uit enkele honderden meters dijk – de alternatievenafweging vastgelegd en waarom er gekozen is voor bepaalde type dijkversterking. Het VKA is vastgesteld aan het einde van de verkenningsfase; april 2020. Verdere uitwerking van dit VKA heeft plaatsgevonden in de planuitwerkingsfase (2020-2022). Op basis van meer gedetailleerde berekeningen en analyses zijn enkele ontwerpdocumenten in de planuitwerkingsfase herzien.

## Schetsontwerp Wely DD288.



### Ontwerpopgave

- Loopt van DD287. tot DD289+050.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Wely is slingerend bij het dijktraject tussen Hien en Wolferen.
  - Kenmerkend aan het dijktraject is de dijkverlegging en een aantal binnendijkse wielen. De waterkering ligt in dit traject zeer dicht op de Waal waardoor de uiterwaarden smal zijn. Binnendijks wordt het gebied gekenmerkt door agrarische gronden.
  - Het buitentalud heeft een harde bekleding.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0 tot 0,4 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 en NNN gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig zoals de brilduiker en de grote bonte specht. Tevens kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks ligt de Waal zeer dicht op de dijk.
- Kabels en leidingen
  - Er zijn geen kabels of leidingen aanwezig ter hoogte van dijkpaal DD288.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Binnendijks en buitendijks zijn de gronden in particuliere eigendom.

### Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- Karakteristiek is er hier ruim zicht vanaf de dijk over het agrarische gebied achter de dijk in de richting van Hien. Er liggen akkers achter de dijk. De strook onder aan de dijk is gras en hoort bij de dijkzone.
- De dijk heeft een rechtstand.

### Archeologie

- Binnendijks en buitendijks zijn geen archeologische verwachtingen aanwezig.

### Cultuurhistorie

- Parallel aan de dijk, liggen buitendijks net aan de teen van de dijk in totaal 16 Archeologische vindplaatsen en verwachtingen i.r.t. de Tweede Wereldoorlog.

- Binnendijks is Vale Dries een karakteristiek pand aan de dijk. Hiernaast ligt een Wiel tussen twee erven dat qua waterstand meebeweegt met de waterstand op de Waal.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **binnenwaarts in grond met verticale pipingvoorziening** heeft de voorkeur omdat buitendijkse waarden gespaard blijven, het de minste kosten heeft, goed aan te sluiten is op de dijkversterking beneden- en bovenstreams en omdat een oplossing in grond in de toekomst beter uitbreidbaar is (en dus liever een binnenberm dan een stabiliteitsconstructie). Het beleid van het waterschap schrijft voor dat als een grondoplossing binnenwaarts mogelijk is met weinig effecten dit altijd de voorkeur heeft vanwege toekomstige uitbreidbaarheid en behoud van ruimte voor de rivier.

Alternatief	Voorkeur	- Investeringskosten - LCC *
Binnenwaarts in grond met verticale pipingmaatregel	Voorkeursalternatief	- 100% - 100%
Binnenwaarts in grond met pipingberm	-	- 134% - 106%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit alternatief ligt de buitenteen vast. Er wordt enkel gewerkt aan de kruin van het binnentalud. Optimalisatie zit vooral in het optimaal ontwerpen van de berm en nadere detaillering van de aansluitingen.

## Beschouwde alternatieven

**Binnenwaarts in grond met pipingberm** betreft een verhoging van de kruin in binnenwaartse richting. De stabiliteitsopgave wordt opgelost middels een berm. De pipingopgave wordt opgelost door toepassing van een pipingberm. Op de binnen- en pipingberm wordt een leeflaag toegepast voor betere landschappelijke inpassing. Om aan te sluiten op de boven- en benedenstroomse dijksecties is er een stuk verticale pipingmaatregel nodig als overgangsconstructie. Uitgangspunt is dat de pipingberm zakelijkrecht gevestigd wordt.

**Binnenwaarts in grond met een verticale pipingmaatregel** betreft een verhoging van de kruin in binnenwaartse richting. De stabiliteitsopgave wordt opgelost middels een berm. De pipingopgave wordt opgelost door toepassing van een verticale pipingmaatregel. Eventueel wordt een wig toegepast voor betere landschappelijke inpassingen.

**Buitenwaarts in grond** is niet nader beschouwd vanwege de zeer korte afstand tot de rivier (schaardijk) met aanzienlijke rivierkundig effecten tot gevolg en effect op archeologische vindplaatsen.

**Stabiliteits- / pipingscherm** met hoogteopgave in grond binnenwaarts is niet nader beschouwd omdat dit alternatief circa 1,5 keer zo kostbaar is en vanuit beleid (uitbreidbaarheid naar de toekomst) ongewenst is.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd omdat een oplossing in grond goed inpasbaar is en er een stabiliteits- en pipingopgave is waarvoor geen (kansrijke) innovatieve oplossing mogelijk is.

## Landschappelijke criteria

- Binnenwaarts in grond met pipingberm: Het uitgangspunt is dat er een wig toegepast wordt en medegebruik (beweiding of landbouw) doorloopt over de pipingberm en over de stabiliteitsberm met leeflaag tot aan de nieuwe beheerstrook op de berm. De berm is ingepast in een zeer flauw talud (1:10). Hierdoor ontstaat een langzaam oplopende berm van tientallen meters.
- Binnenwaarts in grond met verticale pipingmaatregel: De ingreep blijft beperkt tot een relatief korte berm van ca. 10 meter waarbij de landschappelijke inpassing verbeterd kan worden door het toepassen van een wig zodat medegebruik via beweiding mogelijk is.
- Cultuurhistorie: Geen effecten. Bij het pand Vale Dries wordt maatwerk toegepast.

## Effecten

- Rivierkunde: geen effect aangezien versterking binnendijks plaatsvindt;
- Natuur: geen effect;
- Uitbreidbaarheid: geen aandachtspunten.
- Beheerbaarheid: geen aandachtspunten.
- Grondeigendom: Voor de nieuwe berm (incl. wig) bij de binnenwaartse oplossing in grond is een zakelijk recht strook nodig. Bezien moet worden of door medegebruik van de berm afspraken met de grondeigenaar gemaakt kunnen worden.
- Vergunbaarheid: geen aandachtspunten.
- Kabels en leidingen: geen aandachtspunten.
- Duurzaamheid: geen aandachtspunten.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen aandachtspunten.
- Uitvoerbaarheid: geen bijzondere aandachtspunten.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

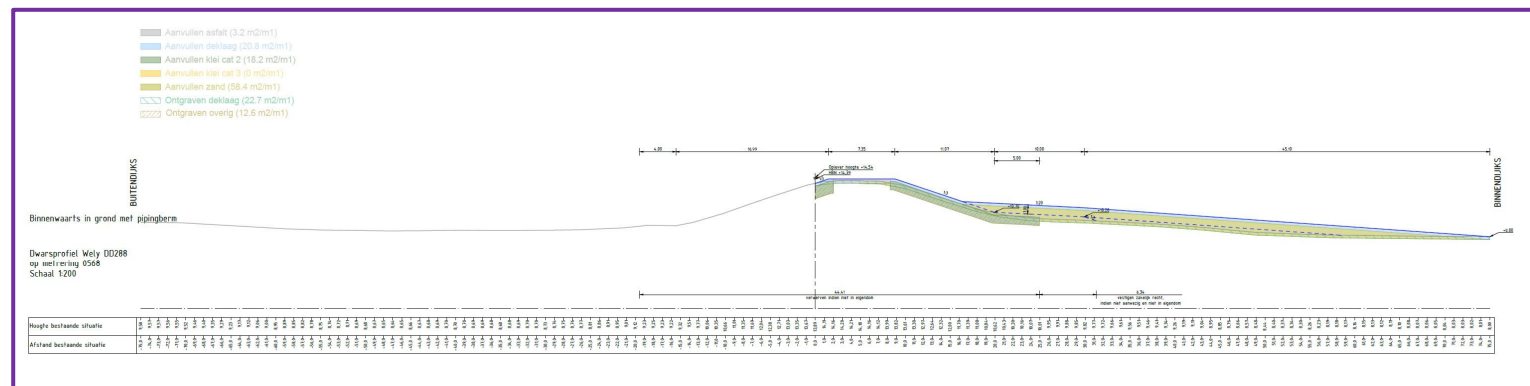
## Kosten

LCC kosten liggen dicht bij elkaar. De kosten voor een volledige oplossing in grond (ook voor piping) zijn net iets hoger dan voor een oplossing met een verticale pipingmaatregel. Dit komt voornamelijk doordat het gedeelte waar geen verticale pipingmaatregel nodig is bij het toepassen van een pipingberm slechts 150m lang is. Dit weegt niet op tegen de langere pipingberm met leeflaag en bijbehorende kosten voor grondverzet en vastgoed. Waarbij opgemerkt wordt dat de pipingberm (na het gedeelte van de berm dat benodigd is voor de stabiliteit) niet in eigendom komt, maar zakelijk recht.

Als we enkel naar investeringskosten kijken dan wordt dit verschil groter, namelijk: 100% versus 134%. De levensduurkosten voor een heavescherm zijn duurder dan voor een pipingberm.

## Alternatieven in beeld

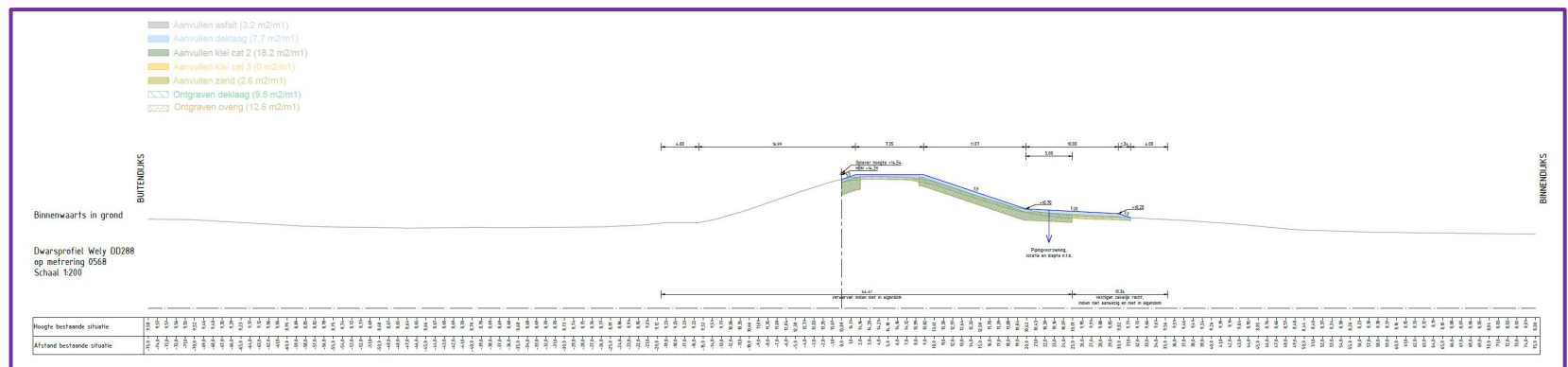
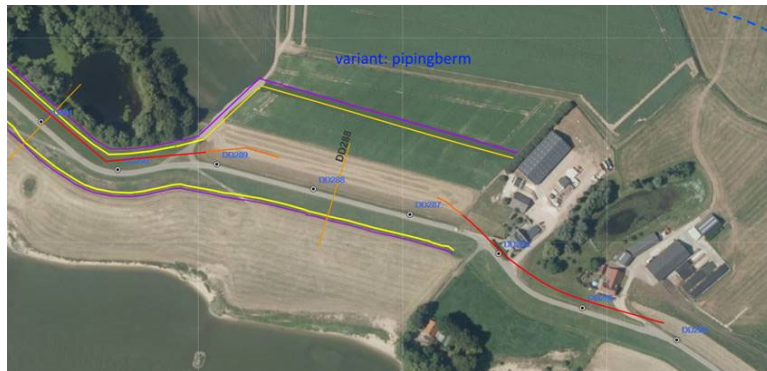
**Binnenwaarts in grond met verticale pipingmaatregel** betekent een verbreding van de dijk in binnenwaartse richting met een langere binnenberm en enige verschuiving van de kruin. Piping wordt opgelost door middel van een verticale pipingmaatregel. Met dit alternatief, worden buitendijkse waarden gespaard.



## Alternatieven in beeld

**Binnenwaarts in grond met pipingberm** betreft een verhoging van de kruin in binnenwaartse richting. De stabiliteitsopgave wordt vormgegeven middels een berm, inclusief een pipingberm en een leeflaag voor een betere landschappelijke inpassing.

*Opmerking: naamgeving tekening is incorrect.*



## Meetgegevens

Algemeen		Locatie	Eenheid
		Geovak	1
		Van dijkpaal	DD286+050
		Tot dijkpaal	DD289+045
Kenmerken dijk		Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP 14,22
		Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP 8,2
		Kerende hoogte huidige dijk	m 6,0
Kenmerken ondergrond		Deklaagdikte achterland	m 0 - 2
		Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland	klei, zandig
Hoogte		<b>Binnenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 14,39
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 14,54
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,3
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,2
		<b>Buitenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 14,40
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 14,65
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,4
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,4	
Bouwstenen		<u>Macrostabiliteit:</u>	

Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	10
Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	11
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	van toepassing
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		



## Schetsontwerp Wely DD291.



### Ontwerpopgave

- Loopt van DD289+050. tot DD294+050m.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Wely is een slingerend dijktraject tussen Hien en Wolferen.
  - Kenmerkend aan het dijktraject is de dijkverlegging en een aantal binnendijkse wielen. De waterkering ligt in dit traject zeer dicht op de Waal waardoor de uiterwaarden smal zijn. Binnendijks liggen er agrarische gronden en 2 wielen.
  - Het buitentalud heeft een harde bekleding.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,2 tot 0,3 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja, versterking is nodig
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 en NNN gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
  - Binnendijks rond de dijk en wielen zijn er enkele waarnemingen van de groene specht.
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks ligt de Waal dicht op de waterkering.
- Kabels en leidingen
  - Buitendijks en binnendijks zijn er geen kabels en leidingen aanwezig.
- Grondeigendom en stakeholders
  - De waterkering is in eigendom van het waterschap.
  - Binnendijks vanaf de teen van de dijk zijn de gronden in particulier eigendom.
  - Buitendijks is een smalle strook vanaf de teen van de dijk in particuliere eigendom. Grotendeels zijn de uiterwaarden in eigendom van Rijkswaterstaat.

### Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- De wielen bij Wely vormen een mooie afwisseling in het binnendijkse landschap van de Waaldijk.
- De wielen zijn besloten door bomen aan alle kanten er van. Onderaan de dijk ligt een berm met een raster vlak bij het water. Hierachter staat opgaande beplanting.
- Ook de slinger in de dijk is onderdeel van het wielencomplex.
- Archeologie
  - Binnendijks aan de rand van het grotere water, vermoedelijk een oud wiel, ligt een archeologische vindplaats in relatie tot de Tweede Wereldoorlog.

- Cultuurhistorie
  - Wielen, aan de dijk, zeker binnendijks, zijn relictten die betekenis dragen als onderdelen van de historische strijd tegen het water.
  - Westelijk van het profiel (bij DD294.) ligt een historische woonplaats, mogelijk met archeologische waarden, dicht bij de dijk.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Gezien de beschikbare ruimte voor een maatregel is er maar 1 alternatief mogelijk. Alternatief **stabiliteits- /pipingscherm met hoogte binnenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat zowel aan binnendijkse (wiel, woning, oude bomen) als aan buitendijkse zijde (o.a. natuur, rivierkundige ruimte) aanwezige waarden gespaard blijven.

Alternatief	Voorkeur	Investeringskosten
Stabiliteits- / pipingscherm	Voorkeursalternatief	100%

Bij dit alternatief ligt de buitenteen vast. Er wordt enkel gewerkt aan de kruin van het binnentalud. Optimalisatie zit vooral in het optimaal ontwerpen van de stabiliteits- / pipingscherm waarbij voldoende werkruimte is voor het inbrengen van het scherm.

Bezien moet worden of de constructie kan worden aangelegd zonder dat hiervoor bomen hoeven te worden gekapt. De beheerstrook zal mogelijk lokaal smaller zijn dan 5 meter.

## Beschouwde alternatieven

De **Stabiliteits- / pipingscherm** betreft een verankerde stalen damwand in het binnentalud. De pipingopgave wordt opgelost door het stabiliteitsscherm tevens uit te voeren als heavescherm. Het binnentalud moet mogelijk verflauwd worden vanwege overslagbestendigheid en beheerbaarheid.

**Binnenwaarts in grond** versterken is niet nader beschouwd vanwege de breedte van de benodigde berm in relatie tot het wiel. Dit schaadt niet alleen binnendijkse waarden maar zorgt ook voor toenemende kosten en uitvoeringsrisico's omdat er een stuk van het wiel gedempt moet worden. (Van deze oplossingen is een schetsontwerp gemaakt en aan de tekeningen toegevoegd.) Hierdoor zullen de kosten van een stabiliteits- / pipingscherm naderen. (Expert-judgement op basis van alle eerder gemaakte kostenramingen en alternatieven afwegingen voor dit project.)

**Buitenwaarts in grond** is niet nader beschouwd vanwege de zeer korte afstand tot de rivier (schaardijk) met grote rivierkundig effecten tot gevolg.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd omdat er een stabiliteit-, hoogte- en pipingopgave is waarvoor geen (kansrijke) innovatieve oplossing mogelijk is.

## Landschappelijke criteria

- Stabiliteits- / pipingscherm:
  - De waarden binnendijks (wiel met beplanting en woning bij Waalbanddijk 121) als buitendijks (natuur en rivierkundige ruimte) worden niet wezenlijk aangetast;
  - De kruin dient verhoogd te worden, waardoor de weg ook opnieuw moet worden aangelegd.
  - Verflauwing van het talud en de inbreng van een scherm kan grotendeels plaats vinden met behoud van de bestaande beplanting.
- Cultuurhistorie: Geen effecten.

## Effecten

- Rivierkunde: Geen effect aangezien versterking binnendijks plaatsvindt;
- Natuur: Vooralsnog lijken de binnendijkse maatregelen te kunnen worden uitgevoerd zonder dat er bomen worden gekapt. Daarmee zijn de effecten beperkt. Mochten er toch bomen gekapt worden dan heeft dit mogelijk een effect op jaarrond beschermde vogelsoorten (specht) en is aanvullend onderzoek benodigd;
- Uitbreidbaarheid: geen aandachtspunten.
- Beheerbaarheid: geen aandachtspunten.
- Grondeigendom: Voor de constructie is vrijwel geen grondaankoop nodig.
- Vergunbaarheid: geen aandachtspunten.
- Kabels en leidingen: geen aandachtspunten.
- Duurzaamheid: geen aandachtspunten.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen aandachtspunten.
- Uitvoerbaarheid: geen aandachtspunten.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

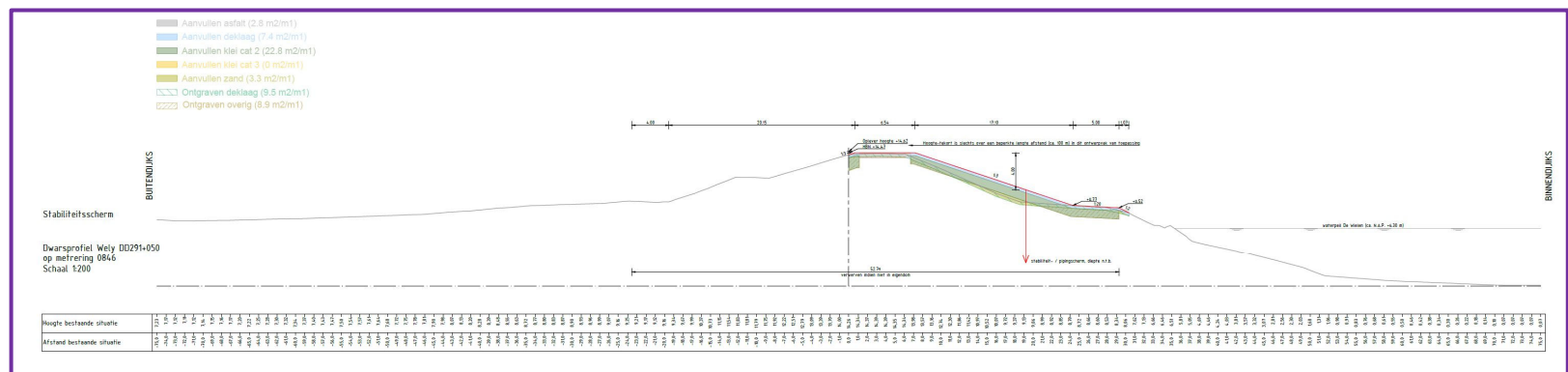
## Kosten

Gezien de beschikbare ruimte voor een maatregel is er maar 1 alternatief mogelijk. Kosten voor deze maatregel zijn aanzienlijk gezien de benodigde lengte van het stabiliteitsscherm.

## Alternatieven in beeld

### Schetsontwerp stabiliteitsscherm / -pipingscherm

Het **Stabiliteits- / pipingscherm** betreft een verankerde stalen damwand in het binnentalud. De pipingopgave wordt opgelost door het stabiliteitsscherm tevens uit te voeren als heavescherm. Er is enige verflauwing van het binnentalud nodig, vanwege overslagbestendigheid en beheerbaarheid.



## Meetgegevens

Binnen dit ontwerpdocument vallen meerdere geovakken. De meetgegevens worden weergegeven per geovak in een aparte tabel.

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		2
	Van dijkpaal		DD289+045
	Tot dijkpaal		DD292+100
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	14,32
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	6,5
	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,8
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	0 - 2
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		antropogeen, zand en klei
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,47
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,62
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,3
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,2
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,38
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,63
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,3
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,3

<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostablieiteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	10
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	13
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing	
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		DD290 - DD291+060
	Binnendijks is een wiel aanwezig		ja
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		geroerd, oud wiel opgevuld

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		3
	Van dijkpaal		DD292+100
	Tot dijkpaal		DD294+030
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	14,35
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	8,1
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,2
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	2 - 3
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, zandig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,47
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,62
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,3
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,1
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,33
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,58
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,0
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,1
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	13
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	5,5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud

Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12
<i>Piping:</i>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		



## Schetsontwerp Wely DD297.



Locatie Wely, dijkspaal DD297.

### Ontwerpopgave

- Loopt van DD294+050m tot DD298+070m.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Wely is een slingerend dijktraject tussen Hien en Wolferen.
  - Kenmerkend aan het dijktraject is een slinger in de dijk rondom het voormalige Wiel. Inmiddels is deze slinger binnengedijkt.
  - De waterkering ligt in dit traject zeer dicht op de Waal waardoor de uiterwaarden smal zijn. Binnendijks wordt het gebied gekenmerkt door agrarische gronden en wielen.
  - Het buitentalud heeft een harde bekleding.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,6 tot 0,9 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja, versterking is nodig
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 en NNN gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks ligt de Waal dicht op de waterkering.
- Kabels en leidingen
  - Buitendijks en binnendijks zijn er geen kabels en leidingen aanwezig.
- Grondeigendom en stakeholders
  - De waterkering is in eigendom van het waterschap. De smalle strook uiterwaarden is tevens in eigendom van het waterschap.
  - Binnendijks vanaf de teen van de dijk zijn de gronden in particulier eigendom. De grond tussen de twee dijklichamen is tevens in particulier eigendom.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapkenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- De slinger in de dijk is interessant en maakt de geschiedenis van dijkdoorbraken en verplaatste dijk zichtbaar. Opvallend is hier dat de nieuwe dijk bij de laatste dijkversterking als een afwijkend passtuk er tussen is gelegd waarbij de belijning van de dijk niet continu is. Ook is opvallend dat de verkeersfunctie op de oude dijk is gebleven.
- Archeologie
  - Binnen het profiel zijn er geen archeologische waarden aanwezig.
- Cultuurhistorie
  - Het is belangrijk dat het oude Wiel zichtbaar blijft.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **Binnenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat binnenwaarts ruimte aanwezig is en aan de buitendijkse zijde aanwezige waarden (o.a. natuur N200 gebied, rivierkundige effect) gespaard blijven. Het beleid van het waterschap schrijft voor dat als een grondoplossing binnenwaarts mogelijk is met weinig effecten dit altijd de voorkeur heeft vanwege toekomstige uitbreidbaarheid en behoud van ruimte voor de rivier. De berm krijgt een wig zodat medegebruik (beweiding) mogelijk wordt gemaakt, dit is landschappelijk wenselijk. De dijk wordt voorzien van een verticale pipingmaatregel.

Alternatief	Voorkeur	Investeringskosten
Binnenwaarts in grond	Voorkeursalternatief	100%

Bij dit alternatief ligt de buitenteen vast. Er wordt enkel gewerkt aan de kruin van het binnentalud. Optimalisatie zit vooral in het optimaal ontwerpen van de berm. Een slankere berm is wenselijk vanuit landschap. Ook op het dijktaalud wordt medegebruik met grasland nagestreefd, bij voorkeur op percelen die niet eindigen op de rand van de berm.

Het is wenselijk vanuit het landschap om weer een duidelijke continuïteit in het dijktraject te hebben. Eén vloeiende lijn van een dijk. De 90 graden hoeken van de vorige dijkversterking worden er ook uit gehaald. Er wordt onderzocht of het mogelijk en wenselijk is om een fietspad op de kruin aan te leggen.

## Beschouwde alternatieven

**Binnenwaarts in grond** betreft een verhoging van de kruin in binnenwaartse richting. De stabiliteitsopgave wordt opgelost middels een berm, inclusief een wig voor een betere landschappelijke inpassing. De pipingopgave wordt opgelost door toepassing van een verticale pipingmaatregel.

Een **Stabiliteits- / pipingscherm** is niet nader beschouwd, omdat deze circa 1.5 keer zo kostbaar is en slecht(er) toekomstig uitbreidbaar is.

**Buitenwaarts in grond** is niet nader beschouwd vanwege de zeer korte afstand tot de rivier (schaardijk) met relatief grote rivierkundige effecten.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd omdat een oplossing in grond goed inpasbaar is en er een stabiliteit-, hoogte- en pipingopgave waarvoor geen (kansrijke) innovatieve oplossing mogelijk is.

## Landschappelijke criteria

- Binnenwaarts in grond:
  - Het uitgangspunt is dat er een wig toegepast wordt en agrarisch medegebruik (beweiding) doorloopt over de stabiliteitsberm tot aan de nieuwe beheerstrook op de berm. Totale verschuiving van de huidige binnenteen is circa 20 meter voor een berm met wig. Om te komen tot een vloeiende overgang wordt nader verkend in hoeverre de stabiliteitsberm slank (laag) kan worden uitgevoerd.
  - Er ligt een kans voor een nieuw fietspad op dit stuk dijk. Hierdoor wordt de fietsroute verkort en is deze over een klein stukje niet gelijk aan de autoroute en dus rustiger.
  - Door de continuïteit van de waterkerende dijk te onderstrepen wordt de dijk weer de baas over het historische dijktraject. Dit vergt ook andere verkeerskundige aansluitingen.
- Cultuurhistorie: Geen effecten.

## Effecten

- Rivierkude: geen effect aangezien versterking binnendijks plaatsvindt;
- Natuur: geen effect;
- Uitbreidbaarheid: geen aandachtspunten.
- Beheerbaarheid: geen aandachtspunten.
- Grondeigendom: De nieuwe berm is toepasbaar op gronden van het waterschap. Er is vrijwel geen grondaankoop nodig.
- Vergunbaarheid: geen aandachtspunten.
- Kabels en leidingen: geen aandachtspunten.
- Duurzaamheid: geen aandachtspunten.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen aandachtspunten.
- Uitvoerbaarheid: geen aandachtspunten.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

## Kosten

Gezien de mogelijkheden om binnendijks te versterken is dit ook direct het enige alternatief. Kosten van dit alternatief zijn gemiddeld. Mogelijkheid voor een kostenoptimalisatie is mogelijk wanneer het stalen heavescherm wordt vervangen door een meer innovatieve pipingmaatregel (bijv. VZG of GZB).



## Meetgegevens

Algemeen		Locatie	Eenheid
		Geovak	4
		Van dijkpaal	DD294+030
		Tot dijkpaal	DD298+030
Kenmerken dijk		Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP 13,82
		Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP 9,3
		Kerende hoogte huidige dijk	m 4,5
Kenmerken ondergrond		Deklaagdikte achterland	m 3 - 5
		Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland	antropogeen, klei
Hoogte		<b>Binnenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 14,27
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 14,42
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,9
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,6
		<b>Buitenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 14,23
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 14,48
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,9
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,6	
Bouwstenen		<u>Macrostabiliteit:</u>	

Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	10
Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	van toepassing
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		DD296+060 - DD298+030
Binnendijks is een wiel aanwezig		ja (aangevuld)
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		wiel lijkt opgevuld met klei, onderkant deklaag variabel

## Schetsontwerp Wely DD300.



### Ontwerpogave

- Loopt van DD298+070m tot DD302.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Wely is een slingerend dijktraject tussen Hien en Wolferen.
  - Deze locatie ligt dicht bij de kerncentrale en bij de overgang van een parallelle dijkligging langs de Waal naar de uiterwaard van Dodewaard en Hien.
  - Binnendijks wordt het gebied gekenmerkt door agrarische gronden.
  - Het buitentalud heeft een harde bekleding.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,6 tot 0,9 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
    - Buitendijks ligt Natura 2000 en NNN gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
  - Rivierkunde en oppervlaktewater
    - Buitendijks ligt de Waal zeer dicht op de dijk.
  - Kabels en leidingen
    - Binnendijks, ter hoogte van dijkpaal DD300. ligt een laagspanningskabel. Deze kabel ligt haaks op het dijklichaam wat binnendijks verplaatst is.
  - Grondeigendom en stakeholders
    - Buitendijks is van dijkpaal DD302. tot DD300. in eigendom van Rijkwaterstaat. Na DD300. tot aan DD297. zijn de buitendijkse gronden in eigendom van het waterschap.
    - Binnendijks zijn de gronden in particuliere eigendom.
- Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen
- De Waal is nabij waardoor er een groot contrast is tussen binnen- en buitendijks landschap. Binnendijks is er een interessante richting in de verkaveling zichtbaar die verwijst naar oude stroompatronen van geulmeanders. Bij voorkeur blijven deze patronen zichtbaar.
- Archeologie
    - Binnendijks en buitendijks zijn geen archeologische verwachtingen aanwezig.

- Cultuurhistorie
  - Binnendijs ligt ter hoogte van dijkpaal DD302. een archeologische vindplaats van oorlog en defensie (redoute). Van DD302. Tot DD299. ligt binnendijs tevens een verdwenen kwelkade (voor 1832).
  - Buitendijs ligt een oude strang.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **Binnenwaarts in grond** met verticale pipingmaatregel heeft de voorkeur omdat binnenwaarts ruimte aanwezig is en aan de buitendijkse zijde aanwezige waarden (o.a. natuur, rivierkundige ruimte) gespaard blijven. Het beleid van het waterschap schrijft voor dat als een grondoplossing binnenwaarts mogelijk is met weinig effecten dit altijd de voorkeur heeft vanwege toekomstige uitbreidbaarheid en behoud van ruimte voor de rivier. De berm krijgt een wig zodat medegebruik (beweiding) mogelijk wordt gemaakt, dit is landschappelijk wenselijk. De dijk wordt voorzien van een verticale pipingmaatregel.

Alternatief	Voorkeur	Investeringskosten
Binnenwaarts in grond	Voorkeursalternatief	100%

Bij dit alternatief ligt de buitenteen vast. Er wordt enkel gewerkt aan de kruin van het binnentalud. Optimalisatie zit vooral in het optimaal ontwerpen van de berm. In de planuitwerking wordt toegewerkt naar een talud dat ongeveer een gelijke dijk helling heeft als de huidige helling, weliswaar met een grotere dikte. Ook op het dijktaalud wordt medegebruik met grasland nagestreefd, bij voorkeur op percelen die niet eindigen op de rand van de berm.

Verkend wordt of de sloot die schuin op de dijk staat behouden kan blijven door het talud hier in de oksel van de sloot steiler te maken. De sloot zal dan door opvallend reliëf worden geaccentueerd.

## Beschouwde alternatieven

**Binnenwaarts in grond** betreft een verhoging van de kruin in binnenwaartse richting. De stabiliteitsopgave wordt vormgegeven middels een berm, inclusief een wig voor een betere landschappelijke inpassing. De pipingopgave wordt opgelost door toepassing van een verticale pipingmaatregel.

Een **Stabiliteits- / pipingscherm** is niet nader beschouwd, omdat deze oplossing circa 1,5 keer zo kostbaar is en een oplossing in grond goed inpasbaar is.

**Buitenwaarts in grond** is niet nader beschouwd vanwege de zeer korte afstand tot de rivier (schaardijk) met grote rivierkundige effecten tot gevolg.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd omdat een oplossing in grond goed inpasbaar is en er een stabiliteits-, hoogte- en pipingopgave is waarvoor geen (kansrijke) innovatieve oplossing mogelijk is.

## Landschappelijke criteria

- Binnenwaarts in grond:
  - Het uitgangspunt is dat er een wig toegepast wordt en agrarisch medegebruik (beweiding) doorloopt over de stabiliteitsberm tot aan de nieuwe beheerstrook op de berm. De berm is ingepast in een zeer flauw talud (1:10) dat nauwelijks zichtbaar is in het landschap.
- Cultuurhistorie: Geen effecten.



## Effecten

- Rivierkunde: geen effect aangezien versterking binnendijks plaatsvindt;
- Natuur: geen effect;
- Uitbreidbaarheid: geen aandachtspunten.
- Beheerbaarheid: geen aandachtspunten.
- Grondeigendom: Voor de nieuwe berm (incl. wig) is een zakelijk recht strook van ca. 15 meter benodigd. Bezien moet worden of door medegebruik van de berm afspraken met de grondeigenaar gemaakt kunnen worden.
- Vergunbaarheid: geen aandachtspunten.
- Kabels en leidingen: geen aandachtspunten.
- Duurzaamheid: geen aandachtspunten.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen aandachtspunten.
- Uitvoerbaarheid: geen aandachtspunten.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

## Kosten

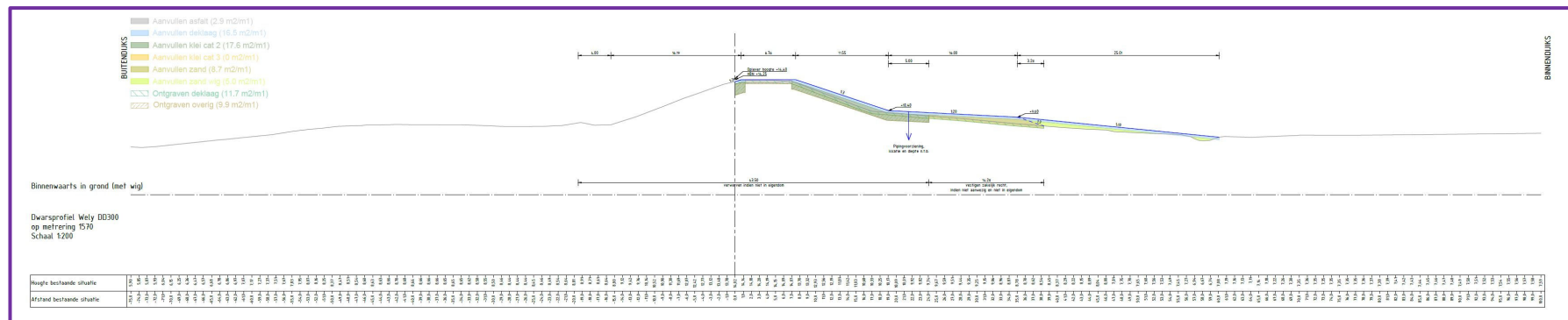
Gezien de mogelijkheden om binnendijks te versterken is dit ook direct het enige alternatief. Kosten van dit alternatief zijn gemiddeld. Mogelijkheid voor een kostenoptimalisatie is mogelijk wanneer het stalen heavescherm wordt vervangen door een meer innovatieve pipingmaatregel (bijv. VZG of GZB).

# Alternatieven in beeld

## Schetsontwerp binnenwaarts in grond

**Binnenwaarts in grond** betreft een verhoging van de kruin in binnenwaartse richting. De stabiliteitsopgave wordt vormgegeven middels een berm, inclusief een wig voor een betere landschappelijke inpassing. De pipingopgave wordt opgelost door toepassing van een verticale pipingvoorziening.

*Opmerking: in de tekening is een leeflaag opgenomen. Dit moet een wig zijn. (Zit wel goed in 3D model.)*

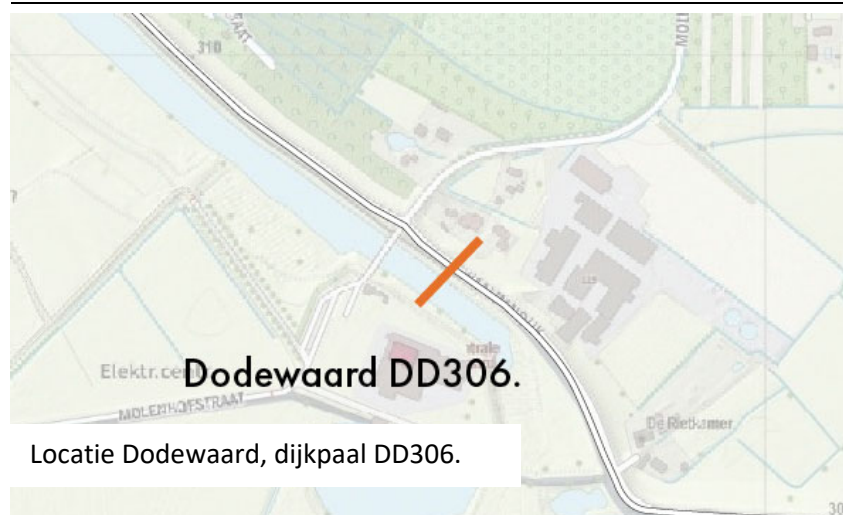


## Meetgegevens

Algemeen		Locatie	Eenheid
		Geovak	5
		Van dijkpaal	DD298+030
		Tot dijkpaal	DD302+000
<i>Kenmerken dijk</i>		Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP 14,09
		Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP 7,6
		Kerende hoogte huidige dijk	m 6,5
<i>Kenmerken ondergrond</i>		Deklaagdikte achterland	m 2 - 3
		Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland	klei, zandig
<i>Hoogte</i>		<b>Binnenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 14,25
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 14,40
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,7
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,3
		<b>Buitenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 14,18
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 14,43
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,8
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,3	
<i>Bouwstenen</i>		<u>Macrostabiliteit:</u>	

Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	16
Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	8,5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		DD298+030 - DD301
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

## Schetsontwerp IJzendoorn DD306.



Locatie Dodewaard, dijkpaal DD306.

### Ontwerpogave

- Loopt van DD302. tot DD307.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Dodewaard betreft een dijk langs een meander van de Waal. Binnendijkse percelen liggen parallel aan de dijk.
  - Bij dijkpaal DD306. staat buitendijks een kerncentrale. Deze is opvallend aanwezig en ligt op een hoogwatervrij terrein. Tussen de dijk en dit terrein wordt de strang wat ingeperkt in ruimte. De ontsluiting via de Molenhofstraat en een brug over de strang bevat zeer geleidelijke hellingen.
  - Binnendijks liggen enkele erven waaronder een bedrijventerreintje dat een ontsluiting heeft op kruinhoogte van de dijk. Een ogenschijnlijk meer gebruikte ontsluiting is laag vanaf een afrit.
  - Het buitentalud heeft een harde bekleding.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Deels en tot 0,4m
Stabiliteit binnenwaarts	Ja, versterking nodig
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) is potentieel leefgebied aanwezig voor de bever (oobos). De strangen en begeleidende vegetatie vormen leefgebied voor beschermde broedvogels (o.a. IJsvogel, Blauwe reiger).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - De aanwezige strangen zijn in staat van verlanding / eutrofiering. De strangen zijn eveneens van belang voor de stroomgeleiding tijdens maatgevend hoogwater, bij aanpassingen kan dit leiden tot opstuwing van het rivierwater.
- Kabels en leidingen
  - Binnendijks liggen verschillende kabels en leidingen, deze liggen parallel met de dijk op circa 50 tot 60 meter van de kruin van de dijk. Dit zijn laagspanning-, midden spanning- en datakabels.
  - Tussen DD307. en DD306. ligt een brug over de strang, hier gaan deze kabels, inclusief een waterleiding parallel met de brug naar de kerncentrale.

- Grondeigendom en stakeholders
  - Buitendijks is de grond, inclusief de strang in particuliere eigendom.
  - Buitendijks is de voormalige kerncentrale van Dodewaard gelegen. Het gehele terrein, inclusief de toegangsbrug, mag niet worden beïnvloed, mede i.v.m. externe veiligheid en vanwege de vergunningensituatie.
  - Binnendijks ligt parallel aan de dijk een perceel van DD310. tot aan DD307. dat in eigendom is van gemeente Neder-Betuwe. Dat geldt ook voor de Molenstraat. De andere gronden zijn in particuliere eigendom.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken:

- De parallelle ligging van de dijk naast de oude Waalstrang is fraai. Het levert een leesbaar dijklandschap op met aanwezigheid van riviergebonden patronen en met een stevig contrast tussen binnen en buitendijks landschap. Ter plaatse van de kerncentrale is de strang minder goed leesbaar.
- De diverse aansluitingen van het bedrijf Blijderveen op de dijk, creëren een rommelig beeld. Er ligt veel verharding aan de dijk dat de continuïteit van het groene talud enigszins verstoort.
- Archeologie
  - Binnendijks en buitendijks zijn er geen terreinen met archeologische verwachtingen aanwezig.
- Cultuurhistorie
  - In Dodewaard is een bijzonder ensemble van strang relictten aanwezig zowel buitendijks als binnendijks.
  - Zichtbaar is hier dat ten tijde van de bedijking een van oost naar west verschuivend meanderpatroon van Waalarmen ligt. De bedijking heeft dit proces gestopt. Zowel westelijk van de dijk (buitendijks) als oostelijk van de dijk (binnendijks) zijn patronen zichtbaar vanuit de ligging van Waalarmen.

Het leidt er toe dat percelering binnendijks, deel parallel aan de dijk loopt en in mindere mate haaks erop, zoals dat elders het geval is.

- Binnendijks ligt bij dijkpaal DD306. een archeologische vindplaats van oorlog en defensie (redoute). Verder zijn er binnendijks enkele verdwenen kwelkades (voor 1832).
- Bij Waalbanddijk 116 en 117 staat historische waardevolle bebouwing, dicht bij de dijk.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **stabiliteits- / pipingscherm met hoogte binnenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat dit alternatief de minste impact heeft op bedrijfspanden en tuinen van particulieren. Binnenwaarts versterking in grond heeft een grote impact op deze percelen. Aanbrengen van een stabiliteits-/pipingscherm vergt een hogere investering, maar dit verschil in kosten is acceptabel (ook als de levenscyclus kosten verder uit elkaar lopen).

Alternatief	Voorkeur	Investeringskosten*
Stabiliteits- / pipingscherm	Voorkeursalternatief	121%
Binnenwaarts in grond met pipingmaatregel	-	100%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit alternatief ligt de buitenteen en kruin vast. Er wordt enkel gewerkt aan het binnentalud en de berm.

Er is enkel een hoogteopgave bij DD307., de brug naar de kerncentrale toe.

Inpassingsopgave is de oprit met brug bij DD307. en de schuur op kruinhoogte bij DD304.+50m. Bij de brug naar de kerncentrale zal er een stabiliteitsconstructie nodig zijn om de brug en oprit in te kunnen passen. Waarschijnlijk wordt de brug en oprit niet in hoogte aangepast, maar wordt enkel het binnentalud overslagbestendig gemaakt. Hierbij accepteren we meer overslag of mogelijk vervalt de hoogteopgave bij probabilistisch rekenen. Slopen van de schuur zou het beste zijn vanuit dijktechniek, toekomstige uitbreidbaarheid, wens tot geen constructies in dijktaalud en vanwege lagere kosten voor damwand.

In de huidige tekening van het stabiliteits- / pipingscherm zit een kleine berm ingetekend, deze zal in de planuitwerking komen te vervallen. In de huidige tekening is de kruin mogelijk enkele decimeters te breed ingetekend.

Een mogelijke optimalisatie is om tussen DD302. en DD304. buitenwaartse versterking te realiseren incl. een pipingmaatregel. Hiervoor moet in de planuitwerking nader bekeken worden of dit inpasbaar is met bestemmingsplannen en grondrechten rondom de kerncentrale. Voor het VKA is nu van een stabiliteits- / pipingscherm uitgegaan.

## Beschouwde alternatieven

De **Stabiliteits- / pipingscherm** betreft een verankerde stalen damwand in het binnentalud. De pipingopgave wordt opgelost door het stabiliteitsscherm tevens uit te voeren als heavescherm.

**Binnenwaarts in grond** betreft een verbreding en verhoging van de bestaande berm volledig in grond. Er zijn vooralsnog geen maatregelen nodig aan de kruin en het buitentalud. De pipingopgave wordt opgelost door een verticale pipingmaatregel in de berm.

**Buitenwaarts in grond** versterken is niet nader beschouwd omdat hier geen hoogteopgave is en daardoor een volledige verschuiving van de kruin niet kostenefficiënt is.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd omdat er een stabiliteits-, hoogte- en pipingopgave is waarvoor geen (kansrijke) innovatieve oplossing voorhanden is.

## Landschappelijke criteria

- Stabiliteits- / pipingscherm:
  - De waarden binnendijs worden minder aangetast. Ook in dit alternatief is er wel een impact op de loods bij DD304.. Landschappelijk gezien is dit geen groot verlies.
  - Aan de rand van de tuinen, van woningen aan de Waalbanddijk en de Molenhofsestraat 23 wordt beplanting geraakt. Hier komt een tuin sterker in het zicht te liggen, vanaf de dijk. Mogelijk kan dit worden voorkomen met een iets steiler talud dan gebruikelijk. Immers heeft dit talud hier geen stabiliteitsfunctie meer.
  - De kruin is hier reeds op hoogte, waardoor er geen grondverzet nodig is op het buitentalud.
- Stabiliteitsberm in grond:
  - Dit alternatief leidt tot een verandering van de dijk en van de aansluiting op de omgeving. Een bredere berm (ca. 10 m) aan de binnenzijde vormt een nieuwe zone tussen dijk en aangrenzende percelen. Vooralsnog is het uitgangspunt dat de berm bloemrijk wordt vormgegeven (beheer WSRL). Mogelijk kan in overleg met de aanwonenden de berm worden gebruikt door de aanliggende eigenaren.
  - De nieuwe berm raakt de tuin van Molenhofstraat 23, een weiland bij Waalbanddijk 113 en bedrijfsgebouwen tussen DD304. en DD305.. Verder naar het zuiden raakt het ook de tuin van Waalbanddijk 116 en 117 (monumentale panden).

- De bedrijfspanden zijn nu onaantrekkelijk aan de dijk.  
Verwijdering van het pand dat nu aansluit op de kruin van de dijk is vanuit landschapskwaliteit geen probleem.
- Cultuurhistorie en archeologie: Geen noemenswaardige effecten.

## Effecten

- Rivierkunde: Er is geen sprake van een opstuwend effect aangezien de alternatieven enkel binnendijks ruimtebeslag hebben;
- Natuur: Binnendijks worden geen natuurwaarden aangetast;
- Uitbreidbaarheid: oplossing in grond heeft de voorkeur.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Grondeigendom: Bij een berm is verwerving van een strook van ca. 10 meter op particulier eigendom. Dit t.o.v. een stabiliteitsscherm die nauwelijks tot verwerving leidt.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Kabels en leidingen: bij de brug kruisen kabels en een waterleiding de dijk. In beide alternatieven moeten deze worden ingepast / aangepast.
- Duurzaamheid: Meest duurzaam is een berm in grond (mits er geen pipingmaatregel met stalen damwand gemaakt wordt). Bij een stabiliteits-/pipingscherm is relatief veel staal nodig, hetgeen een grotere impact op duurzaamheid heeft.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: Buitendijks is de kerncentrale van Dodewaard aanwezig. De brug bij de kerncentrale moet tijdens de uitvoering vanwege externe veiligheid altijd bereikbaar zijn.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

## Kosten

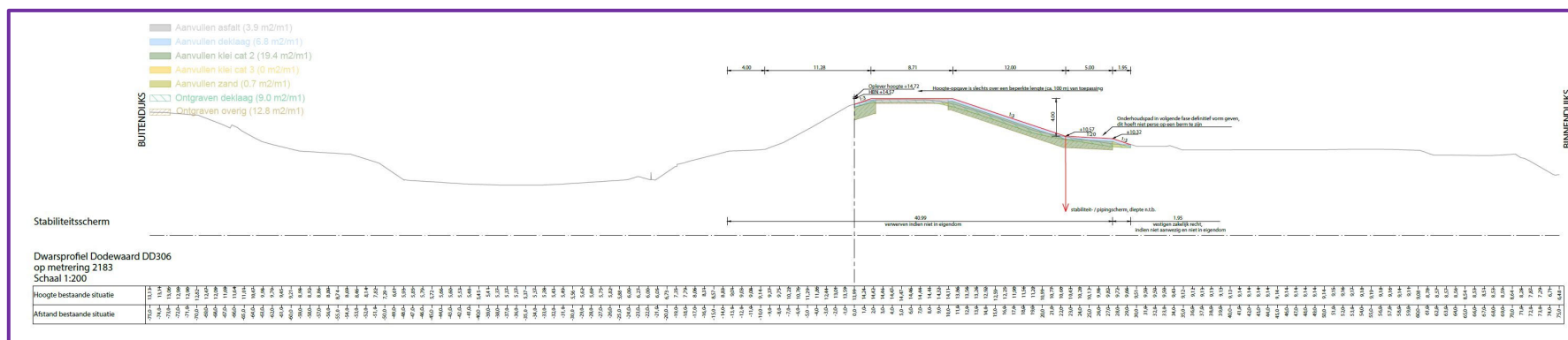
Binnenwaartse in grond met pipingmaatregel (stabiliteitsberm met verticale pipingmaatregel) is qua kosten het beste. Dit komt mede doordat er geen hoogteopgave is (met uitzondering bij de brug) en er geen werkzaamheden aan de kruin en het buitentalud nodig zijn. Bij een gecombineerd stabiliteits-/pipingscherm is een zware stalen constructie benodigd die minder kostenefficiënt is en wat nog versterkt wordt als er naar LCC kosten wordt gekeken.



## Alternatieven in beeld

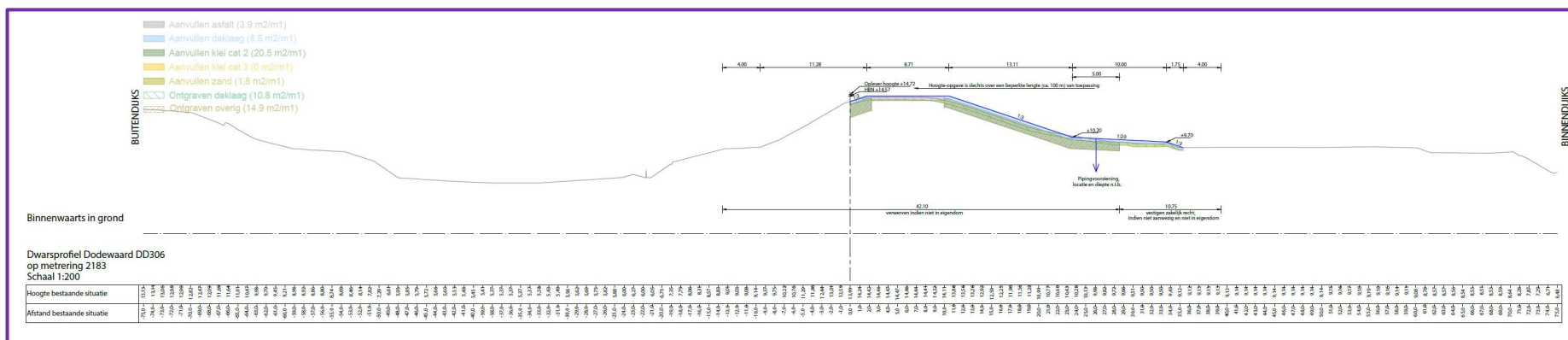
### Schetsontwerp stabiliteits-/pipingscherm

**Stabiliteits- / pipingscherm** is een alternatief, waardoor het huidige profiel grotendeels gehandhaafd blijft. Dit betreft een verankerde stalen damwand in de binnenberm dat mede als pipingscherm dient. Met dit alternatief, worden buiten- en binnendijkse waarden gespaard maar wordt voor het inbrengen van het stabiliteitsscherm en overslagbestendig maken van het binnentalud wel aan de binnenkant gewerkt.



## Schetsontwerp binnenwaarts in grond

**Binnenwaarts in grond** betekent een verbreding van de dijk in binnenwaartse richting met een langere binnenberm en enige verschuiving van de kruin. Met dit alternatief, worden buitendijkse waarden gespaard.



## Meetgegevens

Algemeen	Locatie	Eenheid	
	Geovak		7a
	Van dijkpaal		DD304+045
	Tot dijkpaal		DD307+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	14,40
	Maaiveld binnendijs (representatief)	m + NAP	7,7
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,7
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	0 - 2
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		zand en klei, zandig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,57
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,72
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,4
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,0
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,18
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,43
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,1
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,2
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		

Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	10
Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	11
<i>Piping:</i>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		heterogeen achterland

## Schetsontwerp IJzendoorn DD312.



### Ontwerpopgave

- Loopt van DD307+050 tot DD315.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Dodewaard betreft een dijk langs een meander van de Waal. Binnendijkse percelen liggen parallel aan de dijk en hierin is de aanwezigheid van binnendijkse Waalmeanders zichtbaar.
  - Het buitentalud heeft een harde bekleding (grasbetonstenen en asfalt), waarvan de asfalt bekleding einde levensduur is.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Nee
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) is potentieel leefgebied aanwezig voor de bever (oobos). De bever heeft een burcht nabij Den Engel (aan de oostzijde). De strangen en begeleidende vegetatie vormen leefgebied voor beschermde broedvogels (o.a. Aalscholvers, Blauwe reiger). Eveneens kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - De aanwezige strangen zijn in staat van verlanding / eutrofiering. De strangen zijn eveneens van belang voor de stroomgeleiding tijdens maatgevend hoogwater, bij aanpassingen kan dit leiden tot opstuwing van het rivierwater.
- Kabels en leidingen
  - Binnendijks liggen parallel aan de dijk een data en middenspanningskabel. Deze kabels liggen net naast de teen van de dijk.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Vanaf dijkpaal DD312. tot aan DD324. is de buitendijkse strang in eigendom van het waterschap.
  - De gronden vanaf de strang tot aan de Waal en de gronden binnendijks zijn in particuliere eigendom.

### Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken:

- De parallelle ligging van de dijk naast de oude Waalstrang is fraai. Het levert een leesbaar dijklandschap op met aanwezigheid van riviergebonden patronen en met een stevig contrast tussen binnen en buitendijks landschap.
- De binnendijkse bossages zijn interessant en onderscheiden dit traject van andere delen van de Waalbanddijk. Tot ver in de vorige eeuw zijn hier binnendijkse bossages te vinden.

- Archeologie
  - Binnendijs ligt tussen DD312. en DD311. militaire werken (Grebbeinie en Tachtigjarige Oorlog) met zeer hoge verwachting.
  - Tussen dijkpaal DD317. en DD316. ligt binnendijs oude woongrond met zeer hoge verwachting.
- Cultuurhistorie
  - Zichtbaar is dat ooit, in de middeleeuwen, de dijk door een patroon van Waalmeanders is heen gelegd. Zowel westelijk van de dijk (buitendijs) als oostelijk van de dijk (binnendijs) zijn patronen zichtbaar van Waalarmen. Het leidt er toe dat percelering binnendijs, deel parallel aan de dijk loopt en in mindere mate haaks erop, zoals dat elders het geval is.
  - Langs de buitendijkse strang ligt een oude zomerdijk.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **binnenwaarts in grond met pipingmaatregel** heeft de voorkeur omdat binnendijkse waarden beperkt worden beïnvloed en dit alternatief de minste kosten heeft. Het beleid van het waterschap schrijft voor dat als een grondoplossing binnenwaarts mogelijk is met weinig effecten dit altijd de voorkeur heeft vanwege toekomstige uitbreidbaarheid en behoud van ruimte voor de rivier. Buitenwaarts wordt de strang (natuur en mogelijk rivierkundig effect die gecompenseerd moet worden) aangetast en brengt hoge kosten met zich mee. Een stabiliteits- / pipingscherm is eveneens veel kostbaarder.

Alternatief	Voorkeur	Investeringskosten*
Binnenwaarts in grond met pipingmaatregel	Voorkeursalternatief	100%
Stabiliteits- / pipingscherm	-	143%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit alternatief ligt de buitenteen en kruin vast. Er wordt enkel gewerkt aan het binnentalud en de berm. De bosschage aan de binnenzijde zal smaller worden om de stabiliteitsberm in te passen.

Bij de brug naar de kerncentrale, DD307., zal er een stabiliteitsconstructie nodig zijn om de brug en oprit in te kunnen passen. Hierdoor zal de bosschage deels blijven staan voor de woning van nr. 18. Waarschijnlijk wordt de brug en oprit niet in hoogte aangepast, maar wordt enkel het binnentalud overslagbestendig gemaakt.

De strang biedt op dit moment te weinig zekerheid om geen pipingmaatregel te ontwerpen. Dit kan zijn een verticale pipingmaatregel (heave-scherm of innovatief scherm), maar ook een innovatieve oplossing om piping in het voorland op te lossen door weerstand te creëren op/ in de bodem van de strang. Al deze pipingmaatregelen zijn mogelijk zonder de VKA-keuze te beïnvloeden: binnenwaarts in grond blijft goedkoper en heeft relatief weinig effecten.

De berm heeft impact op boomteelt en bos in de omgeving. Door hier een zwaarder heavescherm toe te passen (en dus kortere berm) kan dit effect mogelijk deels worden gemitigeerd (mits een heavescherm wordt toegepast). Ook bij huisnummer 1 bij DD312., biedt dit mogelijk een uitkomst om de effecten te beperken. Deze zaken worden verder uitgezocht in de planuitwerkingsfase.

## Beschouwde alternatieven

Alternatief **binnenwaarts in grond met pipingmaatregel** betreft een verbreding en verhoging van de bestaande berm volledig in grond. Tussen DD307. – DD310. is de verbreding van de berm circa 10 meter. Van DD310. - DD312. is de verbreding circa 23 meter. Er is geen hoogteopgave en er zijn voorsnog geen maatregelen nodig aan de kruin en het buitentalud.

De pipingopgave wordt opgelost door een verticale pipingmaatregel in de berm of wellicht een innovatieve oplossing in de strang zelf.

Wenselijk is om hier weer medegebruik op een dikkere berm mogelijk te maken als gebruikers daaraan willen meewerken. Verbreding van de berm is niet wenselijk als dit impact heeft op de hoeveelheid bos.

De **Stabiliteits- / pipingscherm** betreft een verankerde stalen damwand in het binnentalud. De pipingopgave wordt opgelost door het stabiliteitsscherm tevens uit te voeren als heavescherm. Er is enige verflauwing van het binnentalud nodig, vanwege overslagbestendigheid en beheerbaarheid.

**Buitenwaarts in grond** versterken is niet nader beschouwd omdat er geen hoogteopgave is en daardoor een volledige verschuiving van de kruin niet kostenefficiënt is. Daarbij wordt de huidige strang aangetast aangezien er buitenwaarts geen ruimte is tussen de dijk en de strang. (Zie ook ontwerpdocument Dodewaard DD316.)

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd omdat oplossingen in grond goed mogelijk zijn en er een stabiliteits- en pipingopgave is waarvoor geen (kansrijke) innovatieve oplossing voorhanden is. De haalbaarheid van bentonietmatten in het voorland (in de strang) als innovatieve pipingmaatregel wordt nog nader onderzocht.

## Landschappelijke criteria

- Stabiliteitsberm in grond:
  - Dit alternatief leidt tot een verandering van de dijk en van de aansluiting op de omgeving. Een bredere berm aan de binnenzijde vormt een nieuwe zone tussen dijk en aangrenzende percelen. Medegebruik op de dijk wordt verkend. Hiervoor vindt nader ontwerp onderzoek plaats.

- De nieuwe berm raakt een zone met bos (tussen DD307. en DD310.) en een boomgaard (DD310.). Effect op dit bos dient beperkt te worden door verzwarende van het pipingscherm. Zicht op binnendijks bos blijft hier van belang.
- Stabiliteits- / pipingscherm:
  - De waarden binnendijks (bos/boomgaard) worden niet aangetast.
  - De kruin is hier reeds op hoogte, waardoor er geen grondverzet nodig is op het buitentalud en op de kruin. De weg kan gehandhaafd blijven.
- Cultuurhistorie en archeologie: Het historische beeld van bossages binnendijks, die te maken hebben met aanwezigheid van historische Waalmeanders binnendijks, wordt hier enigszins aangetast. Verder geen grote effecten.

## Effecten

- Rivierkunde: Er is geen sprake van een opstuwend effect aangezien de alternatieven enkel binnendijks ruimtebeslag hebben;
- Natuur: Vooralsnog zijn er geen beschermde soorten aangetroffen in de bomen binnendijks. In potentie kunnen deze bomen wel een natuurwaarde hebben als broedlocatie voor vogels;
- Uitbreidbaarheid: oplossing in grond heeft de voorkeur.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Grondeigendom: Bij een berm is verwerving van een strook van enkele meters op particulier eigendom. Dit t.o.v. een stabiliteitsscherm die nauwelijks tot verwerving leidt.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Kabels en leidingen: geen noemenswaardig verschil.
- Duurzaamheid: Meest duurzaam is een berm in grond (mits er geen pipingvoorziening met stalen damwand gemaakt wordt). Bij een stabiliteits-/pipingscherm is relatief veel staal nodig, hetgeen een grotere impact op duurzaamheid heeft.

- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: Binnendijks is een voormalige stortlocatie met verontreinigd materiaal aanwezig bij DD313. en DD314.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

## Kosten

Binnenwaarts in grond met pipingmaatregel (stabiliteitsberm met verticale pipingmaatregel) is qua kosten het beste. Dit komt mede doordat er geen hoogteopgave is en er geen werkzaamheden aan de kruin en het buitentalud (incl. harde bekleding) nodig zijn. Bij een gecombineerd stabiliteits-/pipingsscherm is een zware stalen constructie benodigd die minder kostenefficiënt is; waarbij het verschil in kosten verder toe neemt als er naar de levenscycluskosten wordt gekeken.







## Meetgegevens

Binnen dit ontwerpdocument vallen meerdere geovakken. De meetgegevens worden weergegeven per geovak in een aparte tabel.

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		7b
	Van dijkpaal		DD307+000
	Tot dijkpaal		DD310+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	14,47
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	7,7
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,8
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	0 - 2
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		zand en klei, zandig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,57
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,72
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,4
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,2
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,18
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,43
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,1
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,3

<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	10
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	11
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing	
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		heterogeen achterland

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		8
	Van dijkpaal		DD310+000
	Tot dijkpaal		DD315+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	14,65
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	7,6

	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,0
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	6 - 8
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, humeus en klei siltig, veen
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,58
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,73
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,0
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,2
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,15
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,40
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,4
Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,6	
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	23
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	15,5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	17
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	

	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

## Schetsontwerp Dodewaard DD316.



Locatie Dodewaard, dijkpaal DD316.

### Ontwerpopgave

- Loopt van DD315. tot DD318.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Dodewaard betreft een dijk langs een strang, een oude meander van de Waal. Bij de vorige dijkversterking is de strang deels gedempt en op enige afstand van de dijk gelegd.
  - Binnendijkse percelen liggen deels parallel aan de dijk en hierin is de aanwezigheid van binnendijkse Waalmeanders zichtbaar.
  - Het buitentalud heeft een harde bekleding (grasbetonstenen en asfalt), waarvan de asfalt bekleding einde levensduur is.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Nee
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) is potentieel leefgebied aanwezig voor de bever (oobos). De bever heeft een burcht nabij Den Engel (aan de oostzijde). De strangen en begeleidende vegetatie vormen leefgebied voor beschermde broedvogels (o.a. Aalscholvers, Blauwe reiger). Eveneens kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - De aanwezige strangen zijn in staat van verlanding / eutrofiering. De strangen zijn eveneens van belang voor de stroomgeleiding tijdens maatgevend hoogwater, bij aanpassingen kan dit leiden tot opstuwing van het rivierwater.
- Kabels en leidingen
  - Binnendijks liggen parallel aan de dijk een data en middenspanningskabel. Deze kabels liggen net naast de teen van de dijk.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Vanaf dijkpaal DD312. tot aan DD324. is de buitendijkse strang in eigendom van het waterschap.
  - De gronden vanaf de strang tot aan de Waal en de gronden binnendijks zijn in particuliere eigendom.
  - Binnendijks bij DD314. is een vuilstort geweest.

### Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken:

- De parallelle ligging van de dijk naast de oude Waalstrang is fraai. Het levert een leesbaar dijklandschap op met aanwezigheid van riviergebonden patronen en met een stevig contrast tussen binnen en buitendijks landschap.

- Over de dijk is er noordwaarts fraai zicht op de kerk van Hien en op herberg de Engel met een flinke boom in de dijk. Tegenover de Engel is de aansluiting naar de weg Wely onwenselijk vormgegeven. De doorgaande weg buigt hier van de weg af. Het is wenselijk deze aansluiting anders vorm te geven naar de dijkweg als doorgaande verbinding.
- Parallel aan de dijk DD312.-DD315. staat binnendijks een rij bomen die het zicht wegneemt op het binnendijkse landschap. De rij is als compensatie gepland in de vorige dijkversterking.
- Archeologie
  - Binnendijks liggen bij DD318. militaire werken (Grebbeinie en Tachtigjarige Oorlog) - zeer hoge verwachting. Ter hoogte van deze dijkpaal ligt buitendijks een stroomgordel, oudste fase met hoge verwachting voor Romeinse tijd - Middeleeuwen, kans op water gerelateerde resten.
- Cultuurhistorie
  - In Dodewaard is een bijzonder ensemble van strang relicten aanwezig zowel buitendijks als binnendijks.
  - Langs de buitendijkse strang ligt een oude zomerdijk.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **binnenwaarts in grond met pipingmaatregel** heeft de voorkeur omdat binnendijkse waarden beperkt worden beïnvloed en dit alternatief de minste kosten heeft. Het beleid van het waterschap schrijft voor dat als een grondoplossing binnenwaarts mogelijk is met weinig effecten dit altijd de voorkeur heeft vanwege toekomstige uitbreidbaarheid en behoud van ruimte voor de rivier.

Alternatief	Voorkeur	Investeringskosten*
Binnenwaarts in grond met pipingmaatregel	Voorkeursalternatief	100%
Buitenwaarts in grond met pipingmaatregel	-	151%
Stabiliteits- / pipingscherm	-	159%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit alternatief ligt de buitenteen en kruin vast. Er wordt enkel gewerkt aan het binnentalud en de berm.

Inpassingsopgave voor de planuitwerking is de dijkversterking ter hoogte van de Engel en de aansluiting hierop. Toepassing van de stabiliteitsberm kan tot ongeveer DD317. Vanaf daar tot voorbij de Engel is een **stabiliteitsscherm** logisch. Hiermee wordt invloed op de achterzijde van Welystraat 2 beperkt. Overigens is het ook mogelijk om bij DD317. en DD318. iets buitenwaarts te gaan waarbij de dijk iets meer het tracé van de strang volgt. Bij de Engel blijft een stabiliteitsscherm nodig.

De strang biedt op dit moment te weinig zekerheid om geen pipingmaatregel te ontwerpen. Dit kan zijn een verticale pipingmaatregel (heave-scherm of innovatief scherm), maar ook een innovatieve oplossing om piping in het voorland op te lossen door weerstand te creëren op/ in de bodem van de strang. Al deze pipingmaatregelen zijn mogelijk zonder de VKA-keuze te beïnvloeden: binnenwaarts in grond blijft goedkoper en heeft weinig effecten.

Bij DD316. Huisnummer 4 is er nog een optimalisatie nodig door de berm wat hoger te maken zodat de teen van de berm minder dicht bij de gevel komt en er minder van het perceel hoeft te worden aangekocht.



## Beschouwde alternatieven

Een **stabiliteitsberm** betreft een verbreding en verhoging van de bestaande berm volledig in grond. Er zijn voorsnog geen maatregelen nodig aan de kruin en het buitentalud. De pipingopgave wordt opgelost door een verticale pipingmaatregel in de berm.

**Buitenwaarts in grond** betreft een verschuiving van de dijk richting de rivier. Door deze verschuiving kan een relatief korte berm worden toegepast, daar waar nu nog de kern van de dijk ligt. De pipingopgave wordt opgelost door een verticale pipingmaatregel in de nieuwe berm.

De **Stabiliteits- / pipingscherm** betreft een verankerde stalen damwand in het binnentalud. De pipingopgave wordt opgelost door het stabiliteitsscherm tevens uit te voeren als heavescherm. Er is enige verflauwing van het binnentalud nodig, vanwege overslagbestendigheid en beheerbaarheid.

**Binnenwaarts in grond** betreft enkel een versterking door een stabiliteitsberm aan de binnenzijde van de dijk aan te brengen in combinatie met een verticale pipingmaatregel.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd omdat oplossingen in grond goed mogelijk zijn en omdat er een stabiliteits- en pipingopgave is waarvoor geen (kansrijke) innovatieve oplossing voorhanden is. De haalbaarheid van bentonietmatten in het voorland (in de strang) als innovatieve pipingmaatregel wordt nog nader onderzocht.

## Landschappelijke criteria

- Binnenwaarts in grond:
  - Dit alternatief leidt tot een verandering van de dijk en van de aansluiting op de omgeving. Een bredere berm (ca. 13 m) aan de binnenzijde vormt een nieuwe zone tussen dijk en aangrenzende percelen. Deze berm wordt uitgevoerd met een dunne leeflaag, in overleg met grondgebruikers. Als zij niet meewerken kan de berm zonder leeflaag bloemrijk worden vormgegeven (beheer WSRL).
  - De nieuwe berm raakt een strook bomen tussen DD314. en DD316. Deze zullen moeten worden gecompenseerd. Bij het huis DD316. wordt een strook van de tuin en de naastgelegen boomgaard geraakt en zal waarschijnlijk een haag en twee bomen waaronder een flinke treurwilg het onderspit delven. Deze tuin verliest zijn beschutting vanaf de dijk. Een nieuwe afscheiding is nodig.
  - De nieuwe berm raakt de tuin van Welysestraat 2 en de parkeerplaats bij DD318. Hier wordt voor een andere oplossing gekozen.
- Buitenwaarts in grond:
  - Een smalle berm (ca. 5 m) aan de binnenzijde vormt een nieuwe zone tussen de dijk en aangrenzende percelen.
  - De waarden binnendijs (bomen) worden niet aangetast.
  - De kruin is hier reeds op hoogte. Echter wordt bij dit alternatief zowel het buitentalud als het binnentalud opgepakt.
- Stabiliteits- / pipingscherm:
  - De waarden binnendijs (bomen) worden niet aangetast.
  - De kruin is hier reeds op hoogte, waardoor er geen grondverzet nodig is op het buitentalud en op de kruin. De weg kan gehandhaafd blijven.
- Cultuurhistorie en archeologie: Geen noemenswaardige effecten.

## Effecten

- Rivierkunde: De buitenwaartse oplossing in grond leidt tot een verschuiving van de kruin van 3 meter. De verwachting is dat dit hier niet tot noemenswaardige effecten op de opstuwing leidt gezien de afstand tot de rivier. Bij de overige alternatieven is er geen sprake van een opstuwend effect aangezien deze alternatieven enkel binnendijks ruimtebeslag hebben;
- Natuur: Vooralsnog zijn er geen beschermde soorten aangetroffen in de bomen binnendijks. In potentie kunnen deze bomen wel een natuurwaarde hebben als broedlocatie voor vogels. Bij de stabiliteitsberm binnenwaarts kan dit tot effecten leiden. Het stabiliteitsscherm en de buitenwaartse oplossing in grond raken geen natuurwaarden;
- Uitbreidbaarheid: een oplossing in grond heeft de voorkeur.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Grondeigendom: Bij een berm is verwerving van een strook van ca. 10 meter op particulier eigendom. Dit t.o.v. een stabiliteitsscherm en een buitenwaarts alternatief die nauwelijks tot verwerving leidt.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Kabels en leidingen: geen noemenswaardig verschil.
- Duurzaamheid: Meest duurzaam is een berm in grond (mits er geen pipingmaatregel met stalen damwand gemaakt wordt). Bij een stabiliteits-/pipingscherm is relatief veel staal nodig, hetgeen een grotere impact op duurzaamheid heeft. De buitenwaartse oplossing in grond is het minst duurzaam.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: Binnendijks is een voormalige stortlocatie met verontreinigd materiaal aanwezig bij DD314. en DD315.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

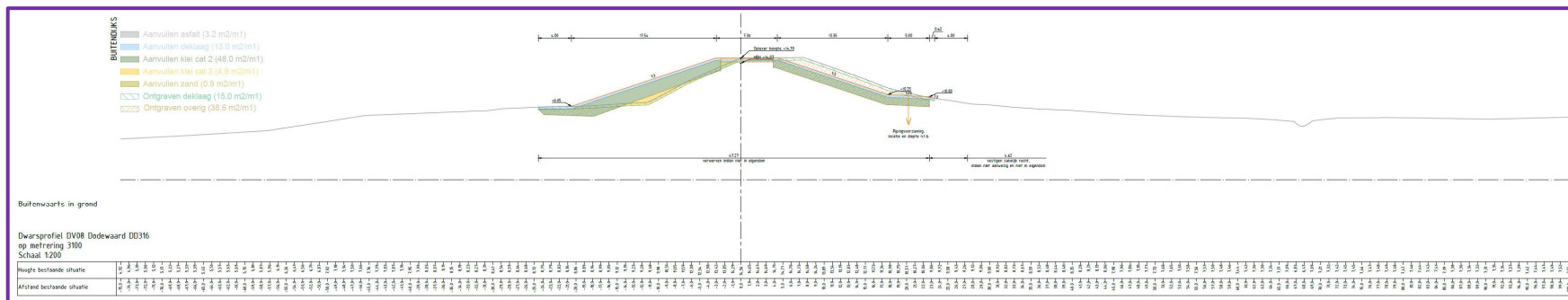
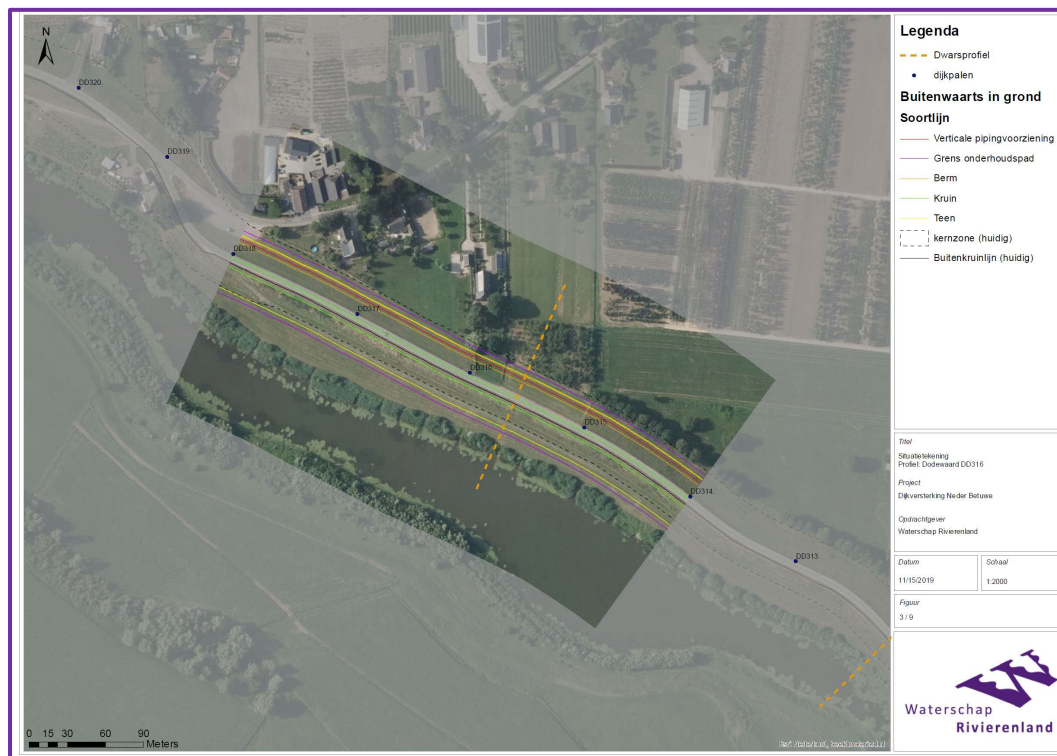
## Kosten

Binnenwaarts in grond met pipingmaatregel (stabiliteitsberm met verticale pipingmaatregel) is qua kosten het beste. Dit komt mede doordat er geen hoogteopgave is en er geen werkzaamheden aan de kruin en het buitentalud (incl. harde bekleding) nodig zijn. De buitenwaartse oplossing is minder kostenefficiënt doordat bij dit alternatief zowel het buitentalud als het binnen talud opgepakt moet worden. Bij een gecombineerd stabiliteits-/pipingscherm is een zware stalen constructie benodigd die het duurst is. Vooral ook als er naar LCC kosten wordt gekeken.



## Schetsonwerp buitenwaarts in grond

**Buitenwaarts in grond** betekent een verbreding van de dijk in buitenwaartse richting, met een binnenberm en verschuiving van de kruin. Met dit alternatief, worden binnendijkse waarden gespaard.





## Meetgegevens

Algemeen	Locatie	Eenheid	
	Geovak		9
	Van dijkpaal		DD315+000
	Tot dijkpaal		DD318+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	14,71
	Maaiveld binnendijs (representatief)	m + NAP	7,5
	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,2
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	0 - 2
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, zandig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,45
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,60
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,2
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,4
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,07
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,32
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,6
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,7
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		

Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	13
Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12
<i>Piping:</i>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijs is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		hoogte opgave heel lokaal bij brug Dodewaard (klopt mogelijk niet)

## Schetsontwerp Dodewaard DD326.



### Ontwerpogave Dodewaard

- Loopt van DD320. tot DT045.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Dodewaard betreft een teruggelegde dijk die in het verleden dreigend dicht op de rivier heeft gelegen. Delen van het oude dorp zijn verzvolgen.
  - Er staat veel (lint)bebouwing aan de dijk. De wijze waarop deze bebouwing langs de dijk is georiënteerd, verschilt sterk. Bij dijkpaal DD326 is er een ontsluitingsweg onderaan de teen van de dijk voor meerdere woningen. Verderop hebben de erven elk hun eigen op- en afrit.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Nee
Stabiliteit binnenwaarts	Ja, versterking is nodig
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) is potentieel leefgebied aanwezig voor de bever (oobos). De bever heeft een burcht nabij Den Engel (aan de oostzijde). De strangen en begeleidende vegetatie vormen leefgebied voor beschermde broedvogels (o.a. Aalscholvers, Blauwe reiger). Eveneens kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - De aanwezige strangen zijn in staat van verlanding / eutrofiering. De strangen zijn eveneens van belang voor de stroomgeleiding tijdens maatgevend hoogwater, bij aanpassingen kan dit leiden tot opstuwung van het rivierwater.
- Kabels en leidingen
  - Er kruisen enkele kleinere waterleidingen en spannings- en datakabels. Deze hebben geen impact op de alternatief-keuze.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Gronden binnen- en buitendijks zijn in particulier eigendom;
  - Wens: Verbeteren recreatieve ontsluiting Hiense Polder uiterwaarden door bruggetje/trekpontje over de strang en extra wandelpaden;
  - Wens: Herstel Strang Hiense Polder richting toegang de Beijer;
  - Wens: Realiseren snelheidsbeperkende maatregelen t.h.v. Dodewaard, verbeteren veiligheid voor voetgangers/fietsers op de dijk.



Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- Kwaliteiten zijn hoog binnendijs: oude bebouwing, herkomst percelering die verwijst naar oude dijkmeanders, afwisselende beplanting, iets verderop de kerk op de dijk.
- Kwaliteiten zijn eveneens hoog buitendijs: afwisseling van uitzicht en beslotenheid, water en land met zomerkades en inlaatwerken, diverse beplantingen en ecologische milieus.
- Archeologie
  - Binnendijs tot aan de kruin: Dorpskernen/historische locatie - zeer hoge verwachting aan westzijde, Oude woongrond - zeer hoge verwachting aan de oostzijde
  - Buitendijs: Geen hoge archeologische verwachtingswaarde
- Cultuurhistorie
  - In Dodewaard is een bijzonder ensemble van strang relictten aanwezig zowel buitendijs als binnendijs. Het profiel 326 ligt net op een punt waar in de wegenpatronen nog een oude waalmeander zichtbaar is van buiten naar binnen. Markante plek. Buitendijs liggen strangrelictten van jongere herkomst. Het is belangrijk om deze te bezien in het totale patroon van de uiterwaard en om de leesbaarheid te vergroten.
  - Ter hoogte van DD327 ligt het gemeentelijke monument dijkmagazijn 'De Noodschuur' (bouwjaar 1868). Dit gebouw staat op kruinhoogte aan de binnenzijde van de dijk.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **stabiliteits- /pipingscherm** heeft de voorkeur omdat zowel aan binnendijkse (lintbebouwing/tuinen) als aan buitendijkse zijde (o.a. natuur, strang met wilgen) aanwezige waarden gespaard blijven en dit alternatief de minste kosten heeft.

Alternatief	Voorkeur	Investeringskosten*
Stabiliteits- / pipingscherm	Voorkeursalternatief	100%
Buitenwaarts in grond	-	137%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit alternatief ligt de buitenteen vast. Er wordt enkel gewerkt aan de kruin van het binnentalud. Optimalisatie zit vooral in het optimaal ontwerpen van de stabiliteits- / pipingscherm waarbij voldoende werkruimte is voor het inbrengen van het scherm.

## Beschouwde alternatieven

De **Stabiliteits- / pipingscherm** betreft een verankerde stalen damwand in het binnentalud. De pipingopgave wordt opgelost door het stabiliteitsscherm tevens uit te voeren als heavescherm. Er is enige verflauwing van het binnentalud nodig, vanwege overslagbestendigheid en beheerbaarheid.

**Buitenwaarts in grond** is een alternatief waarin de kruin van de dijk ca. 6 meter naar buiten schuift. Aan de binnenzijde ontstaat een berm van 5 meter, zonder leeflaag. De berm kan bloemrijk worden ingericht (beheer bij WSRL). Bij dit alternatief is een verticale pipingmaatregel benodigd.

**Binnenwaarts in grond** versterken is niet nader beschouwd vanwege de aanwezigheid van een dorpskern (bebouwing).

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd omdat dijkdeuvels en verticale pipingmaatregel duurder zullen zijn dan een stabiliteits- / pipingscherm. Wel wordt er nog gekeken of bij Dodewaard de pipingopgave opgelost kan worden met een GCL (Geotextile Clat Lining) – een bentonietmat – in de strang aan te brengen.

Voor deze locatie bij Dodewaard is dit een onlogisch alternatief omdat de keus voor een stabiliteitsscherm niet zal wijzingen (landschap, effecten en kosten blijven argumenten die weinig veranderen).

## Landschappelijke criteria

- Stabiliteits- / pipingscherm:
  - De hoge waarden binnendijs (dorpskern) als buitendijs (natuur en historische kade) worden niet aangetast.
  - De kruin is hier reeds op hoogte, waardoor er geen grondverzet nodig is op het buitentalud en op de kruin. De weg kan gehandhaafd blijven.
- Buitenwaarts in grond:
  - Dit alternatief leidt tot een verandering van de dijk en van de aansluiting op de omgeving. Een bredere berm aan de binnenzijde vormt een nieuwe zone tussen dijk en erven. Op het voorgestelde alternatief is een variant denkbaar door toepassing van een leeflaag waarop tuinen van particulieren kunnen worden doorgezet. Dit kan worden uitgewerkt als meerdere particulieren dit aaneengesloten willen. In dit dwarsprofiel lijkt dit niet logisch te zijn aangezien er reeds een doorsnijding van een ontsluitingsweg ligt tussen kavel en dijk.
  - Bij dijkpaal DD324 is er bij een buitendijkse uitbreiding een grotere opgave. Hier ligt buitendijs een waterverbinding die dan mogelijk geraakt wordt.
- Cultuurhistorie: Bij buitendijkse uitbreiding is er enige invloed op strangrelicten (met name aan de oostzijde). Het gemeentelijke monument dijkmagazijn 'De Noodschuur' is inpasbaar in beide alternatieven.

## Effecten

- Rivierkude: Opstuwing bij een buitendijkse versterking is beperkt (< 1 mm);
- Natuur: Bij een buitendijkse versterking is er lokaal geen directe invloed op de buitendijkse strangen en begeleidende vegetatie. Bij dijkpaal DD324 leidt de buitendijkse versterking (met realisatie van onderhoudsstrook van 4 meter) wel tot effecten op bestaande natuurwaarden, waaronder de strang en oobos mogelijk gecompenseerd moeten worden;
- Uitbreidbaarheid: oplossing in grond heeft de voorkeur.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Grondeigendom: Bij buitendijs is verwerving van een strook van ca. 6 meter en 4 meter onderhoudsstrook nodig, deels op particulier eigendom. Dit t.o.v. een constructie die nauwelijks tot verwerving leidt.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Kabels en leidingen: geen noemenswaardig verschil.
- Duurzaamheid: Meest duurzaam is de constructie. Bij de buitendijkse oplossing vindt veel grondverzet plaats en moet grond (klei/zand) van buiten het project worden aangevoerd, hetgeen een grotere impact op duurzaamheid heeft.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

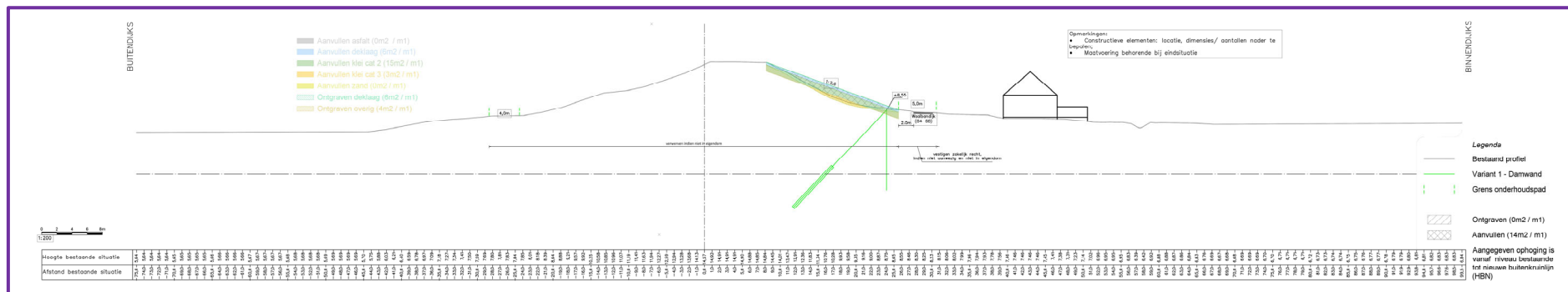
## Kosten

Constructie is hier de goedkoopste oplossing met het minste grondverzet (zowel in de investerings- als levensduurkosten). Dit komt mede doordat er geen hoogteopgave is en er geen werkzaamheden aan het buitentalud nodig zijn. Daarnaast is bij de grondoplossing alsnog een verticale pipingmaatregel nodig tegen piping. In vergelijking met een gecombineerd stabiliteits-/pipingscherm is dit niet kostenefficiënt. Ook als er naar LCC kosten wordt gekeken.

# Alternatieven in beeld

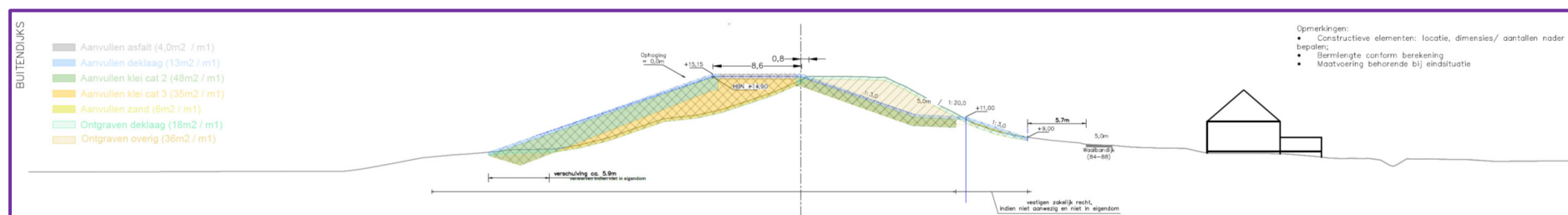
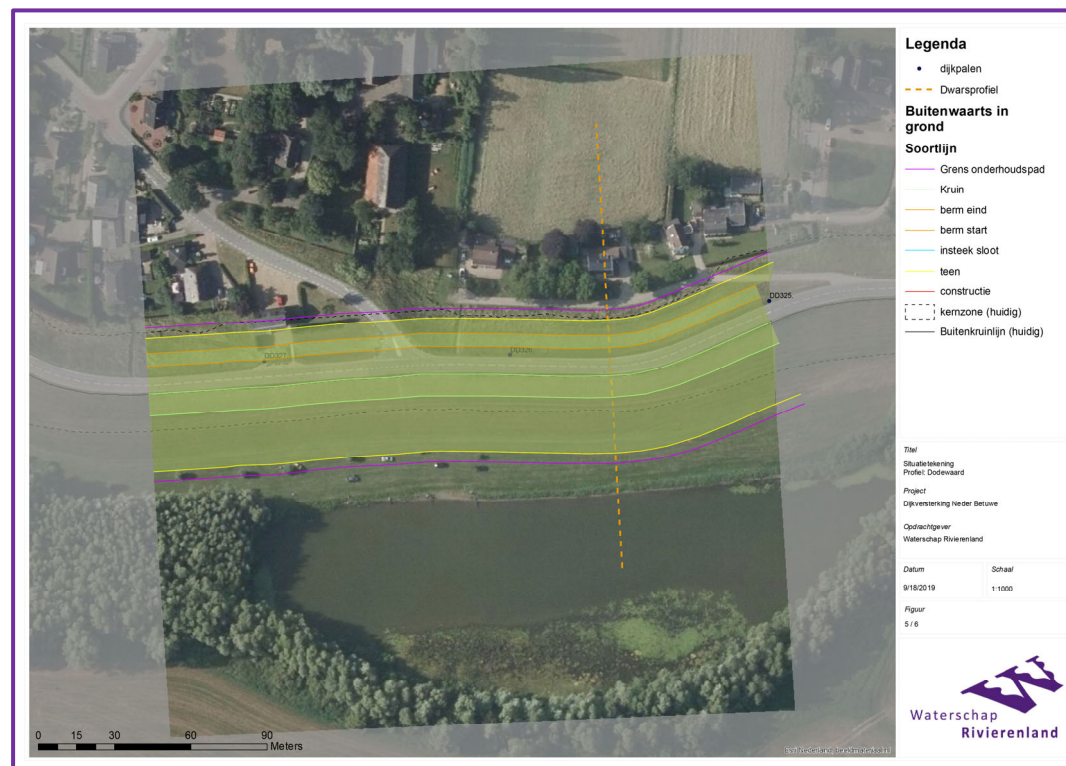
## Schetsontwerp Stabiliteits- / pipingscherm

De maatregel **Stabiliteits- / pipingscherm** betreft een verankerde stalen damwand in het binnentalud. De pipingogave wordt opgelost door de damwand tevens uit te voeren als heavescherm. Er is enige verflauwing van het binnentalud nodig, vanwege overslagbestendigheid.



## Schetsontwerp Buitenwaarts in grond

**Buitenwaarts in grond** is een alternatief waarin de kruin van de dijk ca. 20 meter naar buiten schuift en daarmee de aanwezige strangen raakt. Aan de binnenzijde ontstaat een berm van 19 meter, zonder leeflaag. De berm kan bloemrijk worden ingericht (beheer bij WSRL). Bij dit alternatief is een verticale oplossing benodigd als pipingmaatregel.



## Meetgegevens

Binnen dit ontwerpdocument vallen meerdere geovakken. De meetgegevens worden weergegeven per geovak in een aparte tabel.

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		10b
	Van dijkpaal		DD320+000
	Tot dijkpaal		DD322+050
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	14,45
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	7,6
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,9
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	0 - 2
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, zandig en klei, siltig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,04
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,19
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,5
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,5
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	14,00
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,25
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,4
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,5

<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostablieiteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	13
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	11
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing	
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

*Algemeen* **Locatie**

**Eenheid**

	Geovak		11
	Van dijkpaal		DD322+050
	Tot dijkpaal		DD329+060
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	14,68
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	6,9

	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,8
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	3 - 5
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, siltig, klei zandig, klei humeus
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,93
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,08
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,5
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,8
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,93
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,18
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,4
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,8
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	17
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	9,5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	14
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	



	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		DD323+080 - DD329+060
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

	<i>Algemeen</i> <b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		12
	Van dijkpaal		DD329+060
	Tot dijkpaal		DT046+015
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	13,74
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	7,5
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,2
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	2 - 3
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, zandig, klei, siltig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,92
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,07
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,3

	<b>Buitenwaartse versterking</b>	
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,87
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 14,12
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,4
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>	
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m 16
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m 8,5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking	BIK
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m 16
	<u>Piping:</u>	
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst	DD329+060 - DT046+015
	Binnendijks is een wiel aanwezig	n.v.t
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland	

## Schetsontwerp Dodewaard DT049.



Locatie Dodewaard, dijkpaal DT049.

### Ontwerpopgave

- Loopt van DT046. tot DT050.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Dodewaard is een dijktraject ter hoogte van de hervormde kerk Dodewaard en bij de afrit naar de Beijer.
  - Kenmerkend zijn buitendijks de weilanden afgewisseld door enkele wateren bestaand uit wielen, strangen en klei/zandputten. Binnendijks staan er veel gebouwen als een lint langs de dijk die tot aan de teen van de dijk staan.
  - Op het buitentalud ligt een verharding met basalt.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,5 tot 0,7 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja, versterking is nodig
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig.
  - Buitendijks zijn er in en rondom de waterplassen veel waarnemingen van vogelsoorten waaronder de IJsvogel, Ooijevaar, Brilduiker, Boomkruiper en verschillende soorten zwaluwen. Tevens is hier een waarneming van de Bever.
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks liggen verschillende (grotere) wateren bestaand uit wielen, strangen en klei/zandputten.
- Kabels en leidingen
  - Ter hoogte van dijkpaal DT048. ligt een waterleiding die het dijklichaam kruist. Bij DT046. ligt een drukriool. Er zijn mogelijkheden om deze kruising te bundelen;
  - Van dijkpaal DT050. tot en met DT048. ligt een laagspanningskabel parallel aan de binnenteen van de dijk.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Het dijklichaam is in eigendom van het waterschap.
  - De binnendijkse en buitendijkse gronden zijn in particulier eigendom.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- Landschap
  - In Dodewaard is er een groot contrast tussen de kleinschalige dijkbebouwing binnendijks en de natuur buitendijks. Overigens is buitendijks verschil zichtbaar tussen de gevarieerde plassen en bossages aan de zuidoostkant en de uitgestrektheid aan de zuidwestkant van deze locatie.

- De locatie voor de kerk is een prominente plek aan de dijk. Deze heeft door de prominente oprit van de Beijer aan kwaliteit ingeboet. De helling van de oprit is flauw (onduidelijk of het een oprit is) en er staan op het eerste gezicht onbegrijpelijke hekken. De weg/oprit ligt bovendien niet helemaal parallel aan de kruin van de dijk. Er zit een brede berm tussen de dijk en de oprit. Samengevat, de vormgeving van de oprit is onlogisch. Betere inpassing is vanuit landschap gewenst, en ook in het RKK zo benoemt.
- Binnendijs is een relatie tussen geomorfologie en de oriëntatie van kavels en bebouwing op de dijk zichtbaar. Oude meanders van de Waal hebben invloed gehad op de verkaveling. Dit zie je terug in de percelen aan de dijk. Mogelijk kan dit terug komen in de dijkversterking en tracering.
- Archeologie
  - Vanaf de binnenteen van de dijk tot circa 100 a 150 meter ten noorden daarvan ligt een archeologisch waardevol terrein. Dit terrein ligt parallel aan dijkpaal DT053. tot DT049. (IJzertijd en Middeleeuwen)
  - Binnendijs van dijkpaal DT059. tot en met DD327 liggen gronden met zeer hoge archeologische verwachtingen.
- Cultuurhistorie
  - Binnendijs staan ter hoogte van dijkpaal DT049. verschillende monumenten. Dit betreft een romaanse kerk, deze staat tegen de dijk. Net ten noorden van de kerk staat een pastorie uit 1893. Net ten westen staat bij DT052. een dijkhuis.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Het alternatief **buitenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat een dijkversterking in grond in de toekomst goed uitbreidbaar is, wellicht dat de afrit de van Beijer beter ingepast kan worden (verbeterpunt vanuit RKK) en een lager risico op schade aan het kerkgebouw tijdens uitvoering.

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Buitenwaarts in grond	Voorkeursalternatief	124%
Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts	-	100%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit VKA ligt de binnenteen vast. Voor nu is ervanuit gegaan dat alles opgepakt wordt, maar het is wellicht mogelijk dat een deel van de afrit naar de Beijer kan blijven liggen. Dit is met name afhankelijk van de huidige kwaliteit van de bekleding. Het is ook de vraag of de bestaande basalt verharding op het buitentalud na versterking nog moet worden toegepast. Bij de kerk wordt de huidige kruin niet afgegraven tot berm hoogte. Hierdoor is er minder stabiliteitswinst ter plaatse van de kerk. Mogelijk moet er alsnog een constructie geplaatst worden nabij de kerk. Een trilling arme innovatieve oplossing zoals dijkdeuvels bieden wellicht de beste uitkomst, al moet dan ook goed gekeken worden tot wanneer een pipingmaatregel vereist is. Inpassing van een 4m brede onderhoudsstrook binnendijs onderlangs is wellicht niet mogelijk.

## Beschouwde alternatieven

**Buitenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de buitenzijde, naar de rivier toe. Voor piping is een verticale pipingmaatregel onder de binnenteen voorzien (slechts voor een deel van het traject is een pipingmaatregel nodig). Dit alternatief heeft als voordeel dat de dijkversterking in grond in de toekomst uitbreidbaar is en het is een voortzetting van historische dijkversterking. Buitendijs bevinden zich geen kwetsbare waarden. Nadeel van dit alternatief is dat er een binnenberm ontstaat ten opzichte van de huidige situatie: scheiding dijk en binnendijs landschap.

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts in grond** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde (die eveneens als pipingmaatregel dient). De hoogteopgave wordt ingevuld door een kruinverhoging buitenwaarts in te richten. Bij dit alternatief zijn er geen effecten op de waarden binnendijks en buitendijks. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Nadeel is dat de waterkering lastig uitbreidbaarheid is en uitvoering risicovol is nabij de kerk.

**Binnenwaarts in grond** is niet nader beschouwd, omdat dit een groot negatief effect heeft op de aanwezige (lint)bebouwing.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd, omdat een grondoplossing goed inpasbaar is en omdat er een stabiliteits- en pipingopgave is waarvoor geen (kansrijke) innovatieve oplossing voorhanden is.

## Landschappelijke criteria

- Bij een buitendijkse versterking ontstaat aan de binnenzijde een berm van ca. 5 meter lang. Deze ligt er nu niet, waardoor hier een nieuw dijkprofiel ontstaat.
- De binnendijkse berm vraagt om aansluitingen met de ontsluitingswegen.
- De dijk krijgt een nieuwe aansluiting op de dijk. De opleverhoogte is +50à70cm waardoor het kerkpleintje dat nu op kruinhoogte ligt aan een talud komt te liggen. Dit vergt een nieuw ontwerp van deze aansluiting.
- Vooralsnog is het uitgangspunt dat er geen leeflaag toegepast wordt en de berm bloemrijk wordt ingericht (beheer bij WSRL).
- Bij het stabiliteitsscherm is er geen sprake van een berm.

- Cultuurhistorie en archeologie: De kerk bij DT048+050 staat momenteel al in het binnentalud. Dit vormt bij beide alternatieven een inpassingsopgave. Hetzelfde geldt ook voor het archeologisch waardevol terrein dat in beide alternatieven wordt beïnvloed.

## Effecten

- Rivierkunde: opstuwung bij een buitendijkse versterking is gering (<1 mm). Dit omdat de uitbreiding grotendeels samenvalt met de afrit naar de Beijer, die reeds voor opstuwung zorgt.
- Natuur: Ruimtebeslag buitendijks blijft in beide alternatieven beperkt tot de afrit naar de Beijer. Er zijn geen noemenswaardige effecten op natuurwaarden.
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsscherm uit te breiden.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen. Het is de vraag of de bestaande basaltverharding op het binnentalud na versterking nog moet worden toegepast.
- Grondeigendom: De alternatieven lijken geen binnendijkse gronden nodig te hebben. Bij het buitenwaartse alternatief in grond is ook grondaankoop benodigd van particulieren (enkele meters van de weg naar de Beijer).
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Kabels en leidingen: geen bijzonderheden. Kans om de waterleiding en de drukrioolleiding te bundelen in 1 kruising met de waterkering.
- Duurzaamheid: Meest duurzaam is het stabiliteitsscherm. Het buitenwaartse alternatief is minder duurzaam omdat er meer grondverzet nodig is en er ook bij dit alternatief nog een heavescherm (stalen damwand) voorzien is.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.

- Uitvoerbaarheid: Inpassing van de kerk wordt een uitvoeringsissue in beide alternatieven. Met name het inbrengen van een scherm dient op een veilige afstand te gebeuren, zodat de kans op schade voor de kerk beperkt blijft.
- Specifieke projectrisico's: schade aan kerkgebouw door inbrengen van een constructie (stabiliteitsscherm of verticale pipingmaatregel).

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

## Kosten

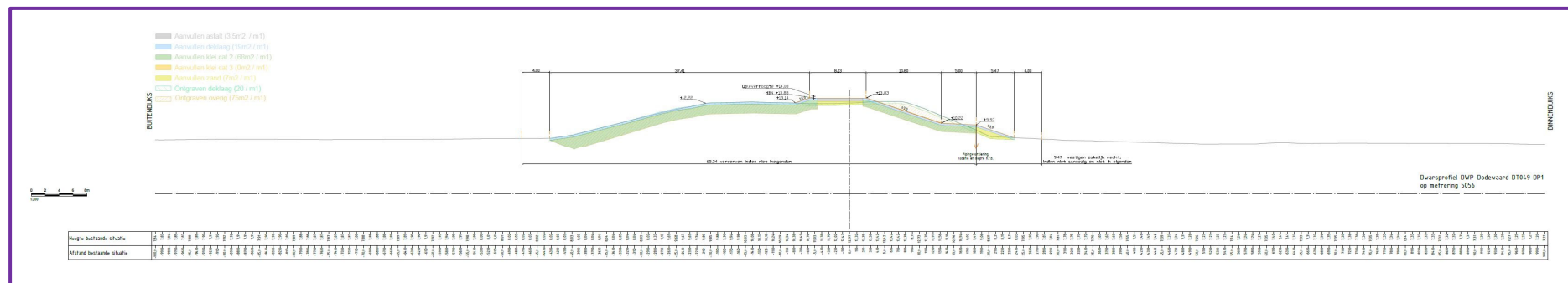
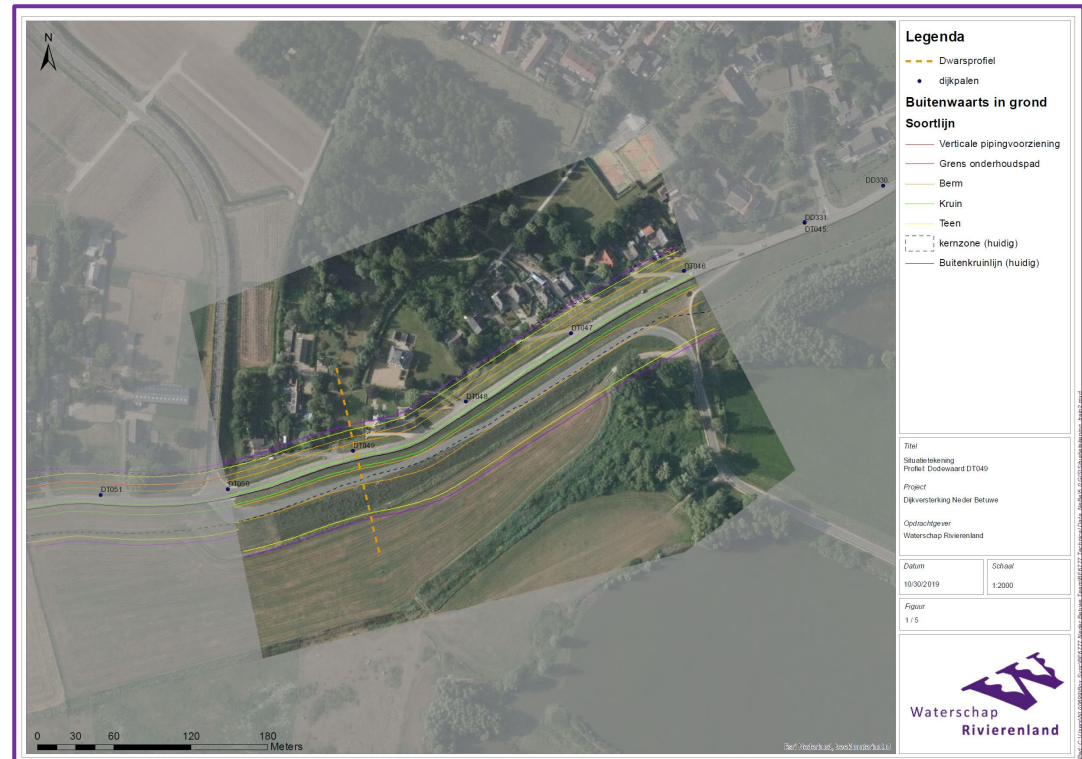
LCC kosten voor een oplossing buitenwaarts in grond zijn hoger omdat ervanuit is gegaan dat het gehele buitentalud opgepakt moet worden. Het is nog maar de vraag of dit daadwerkelijk vereist is. Aan de andere kant is er nog rekening gehouden met maatwerk rondom de kerk.

Bij het toepassen van een stabiliteitsscherm zal het scherm rondom de kerk een stuk duurder worden omdat dit scherm meer naar buiten geplaatst moet worden om de kerk niet te beschadigen.

# Alternatieven in beeld

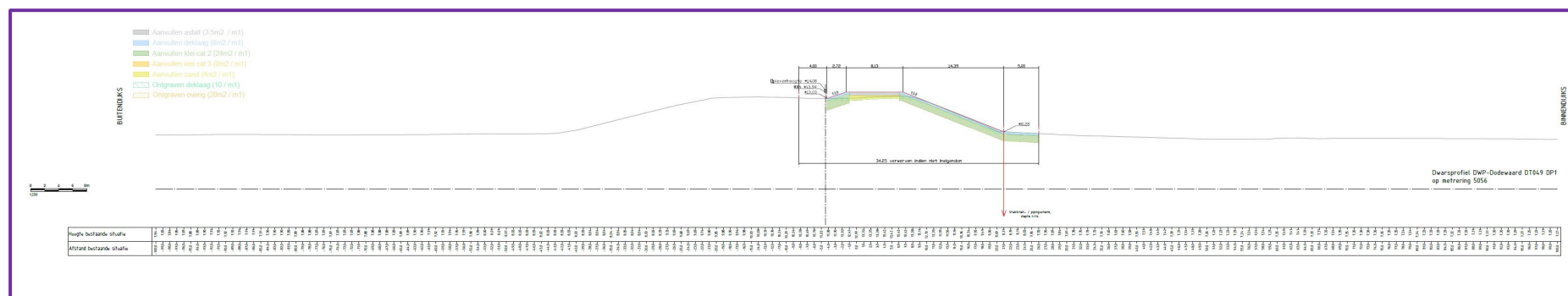
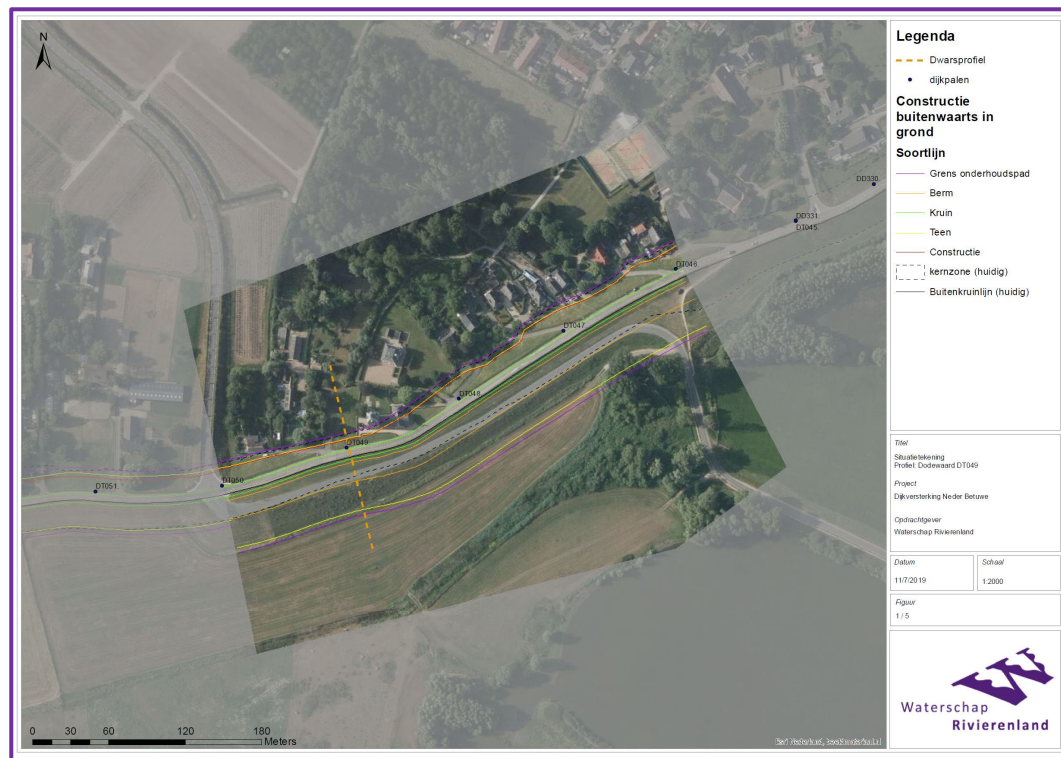
## Schetsontwerp buitenwaarts in grond

**Buitenwaarts in grond** betekent een verbreding van de dijk in buitenwaartse richting, met een binnenberm en verschuiving van de kruin. Met dit alternatief, worden binnendijkse waarden gespaard.



## Schetsontwerp Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts** is een alternatief, waardoor het huidige profiel grotendeels gehandhaafd blijft. Dit betreft een verankerde stalen damwand in de binnenberm. Alleen vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan buitendijkse zijde plaats. Met dit alternatief, worden binnendijkse waarden gespaard maar wordt voor het inbrengen van het stabiliteitsscherm wel aan de binnenkant gewerkt.





## Meetgegevens

Algemeen		Locatie	Eenheid
		Geovak	13
		Van dijkpaal	DT046+015
		Tot dijkpaal	DT058+020
<i>Kenmerken dijk</i>		Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP 13,49
		Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP 7,6
		Kerende hoogte huidige dijk	m 5,9
<i>Kenmerken ondergrond</i>		Deklaagdikte achterland	m 0 - 2
		Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland	klei, zandig, klei, siltig
<i>Hoogte</i>		<b>Binnenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,94
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 14,09
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,7
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,5
		<b>Buitenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,83
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 14,08
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,5	
<i>Bouwstenen</i>		<u>Macrostabiliteit:</u>	
		Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m 10

Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	2,5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		BIK
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	16
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		DT046+015 - DT047
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

## Schetsontwerp Dodewaard DT057.



### Ontwerpopgave

- Loopt van DT050. tot DT058.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - Dijkprofiel DT057. ligt in de westzijde van Dodewaard en net ten oosten van de scheepswerf.
  - Kenmerkend zijn buitendijks de akkers en met name weilanden. Binnendijks staan er veel gebouwen als een lint langs de dijk die dicht tot aan de teen van de dijk staan.
  - Op het buitentalud ligt een verharding met basalt.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,2 tot 0,5m en klein stukje 0,7m
Stabiliteit binnenwaarts	Ja, versterking nodig
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Deels (enkel bij DT057 en DT058)

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig.
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - De dijk ligt hier op een grotere afstand tot de Waal.
- Kabels en leidingen
  - Bij dijkpaal DT054. kruisen meerdere hoogspanningskabels de dijk.
  - Achterlangs de binnendijkse huizen liggen enkele kabels en leidingen. Dit zijn een waterleiding, een laagspanningskabel en een lage druk gasleiding.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Het dijklichaam is in eigendom van het waterschap. De binnendijkse en buitendijkse gronden zijn in particuliere eigendom.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapkenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- Buitendijks is dit een vrij uniform gebied met agrarisch gebruik. Er is groot contrast tussen de kleinschaligheid met veel bebouwing binnendijks en de openheid buitendijks.
- Binnendijks staat de bebouwing vrij dicht op de dijk maar met verschillende afstanden. Er is veel beplanting. De uiterwaard bevat hier weinig afwisseling.
- Archeologie
  - Ter hoogte van dijkpaal DT052. is een archeologische vindplaats en verwachtingen i.r.t. de Tweede Wereldoorlog.

- Ter hoogte van dijkpaal DT058. is er een zeer hoge archeologische verwachting van militaire werken (Grebbeleinie en Tachtigjarige Oorlog).
- Binnendijks ligt een strook parallel aan de dijk van circa 100 meter breed die een zeer hoge verwachting voor (Middeleeuwse) dorpskernen en/of historische locatie heeft.
- Cultuurhistorie
  - Ter hoogte van dijkpaal DT058. ligt een redoute aan de teen van de dijk. Ter hoogte van dijkpaal DT053. ligt tevens een redoute. Deze ligt buitendijks net ten zuiden van de dijk.
  - Ter hoogte van dijkpaal DT053 ligt een verdwenen dijkmagazijn.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **buitenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat dijkversterking in grond in de toekomst goed uitbreidbaar is, er lagere kosten zijn en de waarden (bebouwing) binnendijks worden gespaard.

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Buitenwaarts in grond	Voorkeursalternatief	100%
Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts	-	145%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit VKA ligt de binnenteen vast. Uit de meest recente geo-technische berekeningen (van december 2019) blijkt dat de berm 7,5m lang moet zijn i.p.v. 5,0m. Dit beïnvloedt de VKA keuze niet en verdere optimalisatie in dimensionering zal gering zijn. Deze nieuwe bermbreedte is verwerkt in het 3D model en kostenraming.

Het is de vraag of de bestaande basalt verharding op het buitentalud moet worden teruggebracht. Inpassing van de 4m onderhoudsstrook binnendijks onderlangs is wellicht niet mogelijk.

## Beschouwde alternatieven

**Buitenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreeding naar de buitenzijde, naar de rivier toe. De hoogteopgave wordt aan de buitendijkse zijde opgelost waar zich geen kwetsbare waarden bevinden. Voor piping is een verticale pipingmaatregel onder de binnenteen voorzien voor het stuk waar het nodig is. Dit alternatief heeft als voordeel dat de dijkversterking in grond in de toekomst uitbreidbaar is en het is een voortzetting van historische dijkversterking.

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts in grond** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde (die eveneens als pipingmaatregel dient waar dit nodig is). De hoogteopgave wordt ingevuld door een kruinverhoging buitenwaarts in te richten. Dit alternatief scoort positief op de effecten, maar is aanzienlijk duurder. Bij dit alternatief zijn er geen effecten op de waarden binnendijks en buitendijks. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Nadeel is dat de waterkering lastig uitbreidbaarheid is.

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond** is niet nader beschouwd omdat dit alternatief een negatief effect heeft op de over het gehele traject aanwezige (lint)bebouwing.

**Binnenwaarts in grond** is niet nader beschouwd, omdat dit een (zeer) groot negatief effect heeft op de over het gehele traject aanwezige (lint)bebouwing.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd, omdat een grondoplossing goed inpasbaar is.

## Landschappelijke criteria

- Bij een buitendijkse versterking ontstaat aan de binnenzijde een berm van ca. 5 meter lang. Hierdoor ontstaat enige afstand tussen de woningen aan de dijk en de kruin van de dijk. Bovendien leidt het tot een getrapte vorm van de dijk die hier nu bestaat uit een doorgaand dijktalud.
- Bij een buitendijkse versterking zijn talrijke nieuwe erfonthoudingswegen op het binnendijkse talud noodzakelijk.
- Vooralsnog is het uitgangspunt dat er geen leeflaag toegepast wordt en de berm volgens beheer bij WSRL wordt ingericht.
- Bij het stabiliteitsscherm is er geen sprake van een berm. De huidige vorm van de dijk blijft intact en ook de huidige nabijheid tussen erven en verkeer / beleving op de dijk blijft.
- Cultuurhistorie en archeologie: Geen effecten op historische waarden.

## Effecten

- Rivierkonde: opstuwing bij een buitendijkse versterking is gering (<1 mm). Uitbreiding buitendijks (ca. 7 meter verschuiving kruin) is kansrijk vanwege de relatief grote afstand tot de Waal.
- Natuur: De alternatieven leiden niet tot noemenswaardige effecten op natuurwaarden.
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsscherm uit te breiden.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen. Het is de vraag of de bestaande basalt verharding op het buitentalud na versterking nog moet worden toegepast.
- Grondeigendom: De alternatieven zijn grotendeels te realiseren op gronden van het waterschap. Een buitendijkse versterking in grond leidt tot enkele meters extra ruimtebeslag (aankoop) op gronden van particulieren ten opzichte van het stabiliteitsscherm.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.

- Kabels en leidingen: geen bijzonderheden. De hoogspanningskabels en -mast wordt in beide alternatieven ontzien.
- Duurzaamheid: Meest duurzaam is het stabiliteitsscherm. Het buitenwaartse alternatief is minder duurzaam omdat er meer grondverzet nodig is en er ook bij dit alternatief nog een pipingscherm (stalen damwand) voorzien is.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: bij binnenwaarts haal je mogelijk wat grondverwervingsrisico's binnen het project.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

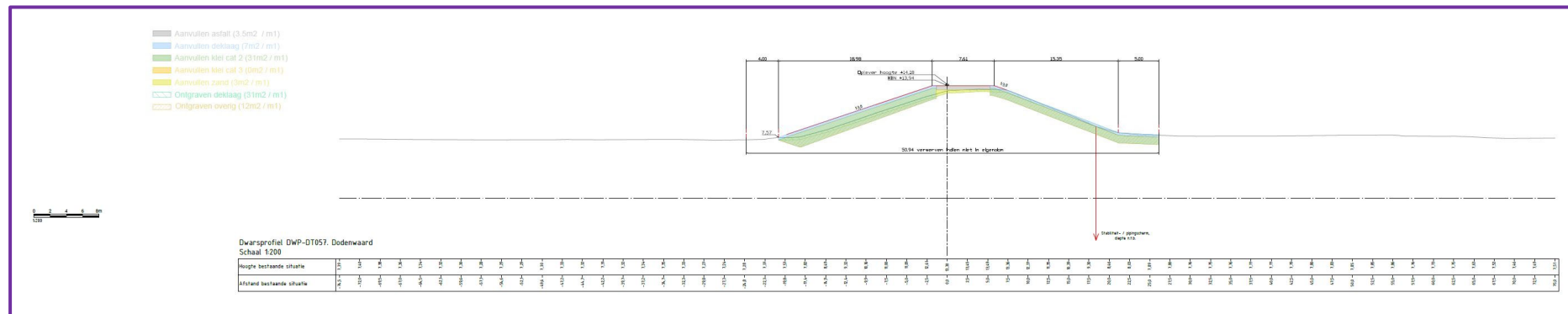
## Kosten

LCC kosten voor een oplossing in grond zijn in dit geval lager dan voor een oplossing met een stabiliteitsscherm. Dit komt omdat de constructie duurder is dan een grondoplossing en de pipingmaatregel maar over een klein stuk lengte van de dijk noodzakelijk is.



## Schetsontwerp Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts** is een alternatief, waardoor het huidige profiel grotendeels gehandhaafd blijft. Dit betreft een verankerde stalen damwand in de binnenberm. Alleen vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan buitendijkse zijde plaats. Met dit alternatief, worden binnendijkse waarden gespaard maar wordt voor het inbrengen van het stabiliteitsscherm wel aan de binnenkant gewerkt.



## Meetgegevens

Algemeen		Locatie	Eenheid
		Geovak	13
		Van dijkpaal	DT046+015
		Tot dijkpaal	DT058+020
<i>Kenmerken dijk</i>		Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP 13,49
		Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP 7,6
		Kerende hoogte huidige dijk	m 5,9
<i>Kenmerken ondergrond</i>		Deklaagdikte achterland	m 0 - 2
		Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland	klei, zandig, klei, siltig
<i>Hoogte</i>		<b>Binnenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,94
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 14,09
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,7
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,5
		<b>Buitenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,83
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 14,08
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,5	
<i>Bouwstenen</i>		<u>Macrostabiliteit:</u>	
		Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m 10



Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	2,5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		BIK
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	16
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	van toepassing
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		DT046+015 - DT047
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

## Schetsontwerp De Snor DT060.



### Ontwerpogave

- Loopt van DT058. tot DT061+070.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - Het dijktraject bij de Snor is een slingerend dijktraject tussen Ochten en Dodewaard.
  - Kenmerkend is de dijk die langs een haven loopt.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0 tot 0,3 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Van dijkpaal DT062. tot en met dijkpaal DT059. is er buitendijks geen Natura2000 aanwezig. Buitendijks tussen het water van de haven en de dijk zijn enkele waarnemingen van de Ooijevaar.
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks direct aan de teen van de dijk ligt een haven die in openverbinding staat met de Waal.
- Kabels en leidingen
  - Parallel aan dijk lopen 2 kabels van Alliander en KPN.
  - Ter hoogte van dijkpaal DT060. ligt een kabel middenspanning haaks op de dijk. Deze kabel kruist de dijk en gaat buitendijks parallel aan de dijk naar het hoofdgebouw van het havenbedrijf.
  - Ter hoogte van dijkpaal DT059. ligt een lagedruk gasleiding van Alliander. Deze leiding kruist de dijk en loopt tevens naar het hoofdgebouw van het havenbedrijf.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Het dijklichaam is in eigendom van het waterschap.
  - Binnendijkse gronden zijn in particuliere eigendom. Buitendijks is een haven gelegen die tevens in particuliere eigendom is. De verbinding van deze haven met de Waal is in eigendom van Rijkswaterstaat. Deze verbinding loopt parallel aan de dijk van DT064. tot aan DT062..

Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- De locatie bij de buitendijkse haven is markant en opvallend. De functie past bij de dijk en de Waal. Scheepvaart en -bouw is onderdeel van het buitendijkse landschap dat vanaf de dijk zichtbaar is.

- De haven ligt in een historische monding van twee Waalmeanders. Dit is terug te zien in een knik in de dijk bij huisnummer 27a. Een geul binnendijks en een geul buitendijks kwamen hier bij elkaar. Gezien deze ligging is het mogelijk een zeer oude havenlocatie.
- De inrichting van het terrein is niet erg fraai. Met name de zone direct langs de dijk is rommelig ingericht met parkeerplaatsen, hekwerken, bouwwerken, opgeslagen materialen en versmalde taluds.
- Aan de kleurstelling van gebouwen is zichtbaar dat er ooit aandacht was voor vormgeving maar dat dit door recente toevoegingen een rommeltje is geworden (witte, groene, blauwe, gele gevels).
- Binnendijks liggen diverse erven met woningen in de teen van de dijk.
- Archeologie
  - Geen verwachtingen.
- Cultuurhistorie
  - Geen verwachtingen.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

De alternatieven liggen hier dicht bij elkaar qua argumentatie en kosten. De innovatieve oplossing is als goedkoopste oplossing geraamd maar tast veel waarden binnendijks aan waarvan de inpassingskosten niet volledig zijn meegenomen. Daarbij is de technische haalbaarheid nog niet aangetoond. In de planuitwerking wordt onderzocht of deze innovatieve oplossing mogelijk is door dit aan te tonen met een probabilistische berekening.

Alternatief **Stabiliteits-/pipingscherm met hoogte buitenwaarts** heeft de voorkeur omdat dit de minste impact heeft op landschappelijke waarden en tuinen van particulieren. Mocht het noodzakelijk zijn om het binnentalud te verflauwen dan is aankoop van particuliere grond niet uitgesloten. Daarbij komt dat de buitenkant van de dijk sowieso moet worden aangepakt vanwege een kleibekleding die verbeterd moet worden. [Aandachtslocatie zachte bekleding uit rapport 1219-152749\_v02\_Bekledingonderzoek van Deltares.] Ook geeft dit alternatief kans om aansluiting met het haventerrein landschappelijk te verbeteren.

De kosten tussen stabiliteits-/pipingscherm, kruinverhoging naar buiten en stabiliteits-/pipingscherm, kruinverhoging naar binnen verschillen weinig. Bij de stabiliteits-/pipingscherm, kruinverhoging naar binnen is nog niet rekening gehouden met het versterken van de taludbekleding aan de buitenkant dat sowieso nodig is.

Een oplossing in grond is niet nader beschouwd omdat deze beide niet inpasbaar zonder sloop en aantasting van woningen en bedrijven is.

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Stabiliteits-/pipingscherm, kruinverhoging naar binnen	-	126%
Stabiliteits-/pipingscherm, kruinverhoging naar buiten	Voorkeursalternatief	137%
Innovatief: oplossing in grond met talud 1:3,5	-	100%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Met dit VKA sparen we de waarden binnendijks zo veel mogelijk en we respecteren de waarden buitendijks (bij een oplossing in grond buitenwaarts zouden deze activiteiten moeten wijken). Voor de bouw van het stabiliteits- / pipingscherm moet er tijdelijk over percelen van particulieren heen gewerkt worden.

Huidige binnentalud is 1:2,5. Het verflauwen hiervan naar 1:3 (overslagbestendig en beheer) kost ruimte die er nauwelijks is. In de planuitwerking moet gekeken worden of dit voorkomen kan worden door een sterker stabiliteitsscherm en of een verhard binnentalud zonder dat de kosten verder toenemen. Dit zal ook schelen in de aankoop van buiten en of binnendijkse gronden.

De hoogteopgave is zeer beperkt, 10 cm ter plaatse van DT059. en is ongeveer 0 cm bij DT060., en daarmee is de buitenwaartse verplaatsing ook beperkt. Al kan deze verplaatsing ook plaatsvinden door het verflauwen van het binnentalud.

Landschappelijk is er een lichte voorkeur om deze verschuiving van de kruin buitendijks in te passen. Hierdoor kunnen de effecten binnendijks beperkt blijven. Buitendijks kan de versterking mogelijk samengaan met een planmatige en aantrekkelijkere inrichting bij de scheepswerf in de haven. Mogelijk kan het aantal opritten worden teruggebracht wat landschappelijk gewenst is en de verkeersveiligheid doet toe nemen. In gesprek met eigenaren ontstaat mogelijk ruimte voor een beter verkeersplan, minder toegangen, betere parkeerplekken, fraaiere erfscheiding / afrastering en tijdelijke bouwwerken op wat grotere afstand van de dijkweg.

De innovatieve oplossing is goedkoper, maar hiervan is de haalbaarheid nog niet aangetoond qua waterveiligheid en inpassing. De inpassing zal erg lastig worden. Advies is om hier geen vervolgacties aan te wijden, en deze innovatieve oplossing verder te onderzoeken voor de dijk met hoog voorland bij IJzendoorn.

## Beschouwde alternatieven

**Stabiliteits-/pipingscherm, kruinverhoging naar binnen** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. De hoogte opgave wordt in binnenwaartse richting opgelost door de kruin te verhogen. De pipingopgave wordt opgelost door het stabiliteitsscherm tevens uit te voeren als heavescherm. Het buitentalud blijft in dit alternatief gehandhaafd.

**Stabiliteits-/pipingscherm, kruinverhoging naar buiten** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. De hoogte opgave wordt in buitenwaartse richting opgelost door de kruin te verhogen. De pipingopgave wordt opgelost door het stabiliteitsscherm tevens uit te voeren als heavescherm. In dit alternatief worden zowel het buiten- als het binnentalud opgepakt.

Het **innovatief alternatief** bestaat uit een oplossing in grond, waarbij er voor het binnentalud wordt afgeweken van het uitgangspunt van 1:3. Hier wordt het talud 1:3,5 aangelegd om de stabiliteitsopgave op te lossen. De hoogte opgave wordt in binnenwaartse richting opgelost. Het buitentalud blijft gehandhaafd conform huidige situatie. De pipingopgave wordt opgelost door het stabiliteitsscherm tevens uit te voeren als heavescherm.

**Binnenwaarts en buitenwaarts in grond** zijn niet beschouwd, omdat er buitendijks geen ruimte is richting de scheepswerf en binnendijks geen ruimte richting de aanwezige bebouwing.

## Landschappelijke criteria

- In alle alternatieven is sprake van een relatief korte binnendijkse berm. Bij het innovatief alternatief wordt het talud verflauwd naar 1:3,5 hetgeen negatiever gewaardeerd wordt (uitgangspunt uit het RKK is steile taluds van 1:3 of steiler voor een slank dijkprofiel).
- De overgang van kruin van de dijk naar de haven en werfactiviteiten is nu rommelig en onaantrekkelijk. Verbetering van de situatie hier, met groene taluds zou een grote impact kunnen hebben op de recreatieve kwaliteit van de dijk. Overigens zal dit niet vanzelf gaan. Er is ook een negatief effect: bij verschuiving naar buiten zal de kruin van de weg nog iets dichterbij de gevels van de grote gebouwen komen te liggen.
- Cultuurhistorie en archeologie: Binnendijkse maatregelen vinden plaats in een zone met hoge archeologische verwachting. Doordat er voornamelijk grond wordt opgebracht, zijn er voorsnog weinig effecten te verwachten.

## Effecten

- Rivierkunde: geen effecten. De alternatieven zijn enkel binnenwaarts gericht. Het alternatief met kruinverhoging buitenwaarts leidt eveneens niet tot rivierkundige effecten, omdat buitendijks reeds een scheepswerf aanwezig is die ervoor zorgt dat er geen stroming is tijdens hoogwater.  
NB: het saneren van de voormalige scheepswerf biedt een kans om rivierkundige ruimte te realiseren voor het project.
- Natuur: Geen effecten, de alternatieven hebben geen ruimtebeslag op Natura2000 gebied. Mogelijk moeten er voor de onderhoudsstrook binnendijks enkele bomen worden gekapt. Overwogen moet worden of een onderhoudsstrook hier noodzakelijk is (zie ook grondeigendom).
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsscherm uit te breiden.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.

- Grondeigendom: bij het alternatief met het scherm met kruinverhoging naar binnen en het innovatieve alternatief is de onderhoudsstrook niet inpasbaar zonder op particuliere percelen uit te komen. Bij het alternatief met kruinverhoging buitenwaarts raakt de onderhoudsstrook de panden op de voormalige scheepswerf. Overwogen moet worden of inpassing van de onderhoudsstrook hier noodzakelijk is.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Kabels en leidingen: in alle alternatieven kruist een lagedruk gasleiding de dijk. Deze dient in alle alternatieven te worden ingepast en is daarmee niet onderscheidend.
- Duurzaamheid: meest duurzaam is de berm in grond (innovatie). Het scherm met kruinverhoging buitenwaarts is het minst duurzaam omdat er staal gebruikt moet worden en er ook bij dit alternatief grondverzet benodigd is.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

## Kosten

De innovatieve oplossing is het goedkoopst al zijn alle inpassingsopgaven die hierbij komen nog niet geraamd. Het alternatief van een stabiliteits- / pipingscherm met hoogte buitenwaarts is iets duurder geraamd dan een stabiliteits- / pipingscherm met hoogte binnenwaarts. Dit komt omdat in het buitenwaartse alternatief ook het buitentalud wordt opgepakt en in de binnenwaartse niet. Hiermee worden de kosten voor binnenwaarts onderschat omdat de huidige bekleding op het buitentalud niet voldoet.

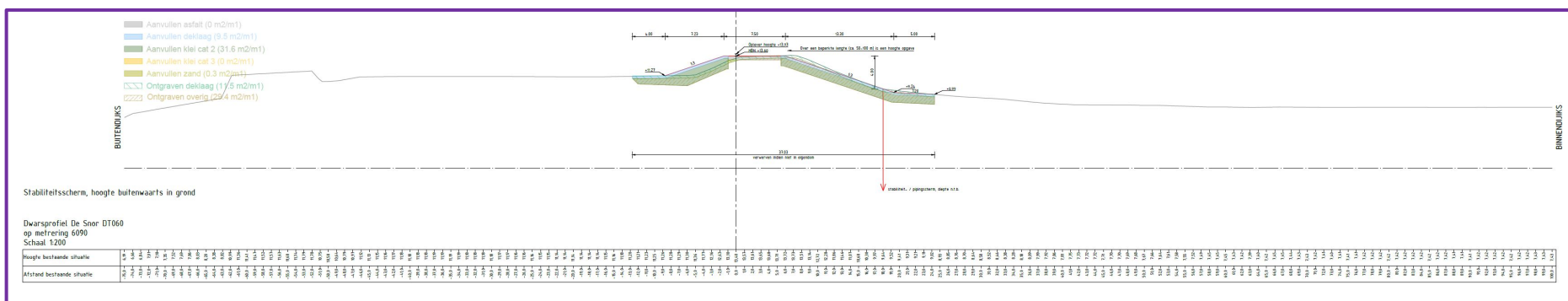
(Dit is niet verwerkt in het binnenwaartse alternatief omdat deze bevindingen pas laat naar boven kwamen.) De vastgoedkosten voor het binnenwaartse alternatief zijn aanzienlijk hoger.

## Alternatieven in beeld

### Schetsontwerp stabiliteits-/pipingscherm, hoogte buitenwaarts in grond

**Stabiliteits-/pipingscherm met hoogte buitenwaarts in grond** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. De hoogte opgave wordt in buitenwaartse richting opgelost door de kruin te verhogen. De pipingopgave wordt opgelost door het stabiliteitsscherm tevens uit te voeren als heavescherm. In dit alternatief worden zowel het buiten- als het binnentalud opgepakt.

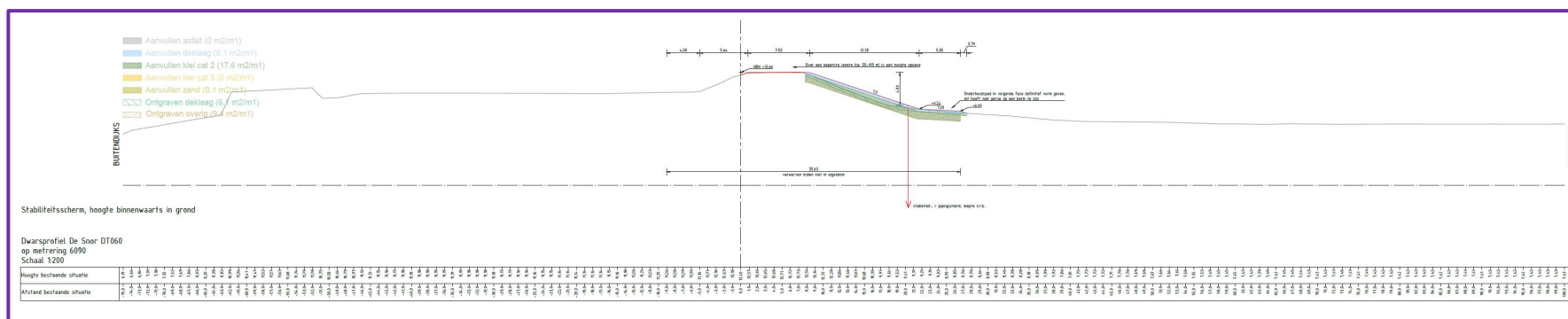
*Opmerking: in dit alternatief is een talud verflauwing van het binnentalud opgenomen waardoor de kruin, ook daar waar geen hoogte opgave is, naar buiten schuift.*



## Schetsontwerp Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond

**Stabiliteits-/pipingscherm met hoogte binnenwaarts in grond** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. De hoogte opgave wordt in binnenwaartse richting opgelost door de kruin te verhogen. De pipingopgave wordt opgelost door het stabiliteitsscherm tevens uit te voeren als heavescherm. Het buitentalud blijft in dit alternatief gehandhaafd.

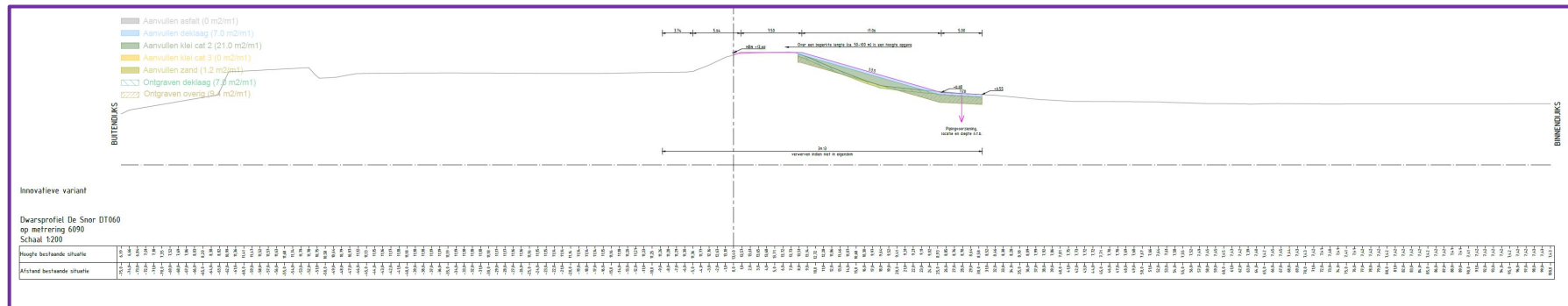
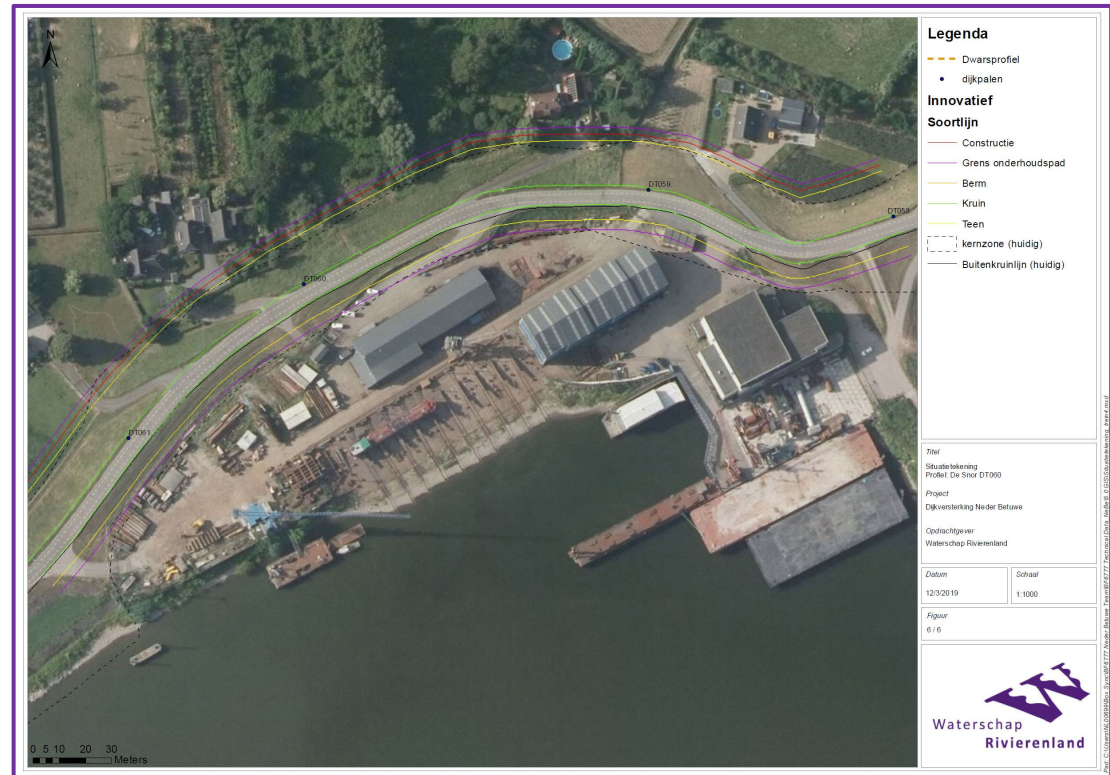
*Opmerking: huidige bekleding buitentalud voldoet niet. Versterking van deze bekleding is niet in dit alternatief meegenomen. (Bevindingen kwamen te laat.)*



## Schetsontwerp Innovatief

Het **innovatief alternatief** bestaat uit een oplossing in grond, waarbij er voor het binnentalud wordt afgeweken van het uitgangspunt van 1:3. Hier wordt het talud 1:3,5 aangelegd om de stabiliteitsopgave op te lossen. De hoogte opgave wordt in binnenwaartse richting opgelost door de kruin te verhogen. Het buitentalud blijft gehandhaafd conform de huidige situatie. De pipingopgave wordt opgelost door het stabiliteitsscherm tevens uit te voeren als heavescherm.

*Opmerking: deze oplossing is nog niet volledig onderbouwt en inpassing van de woningen en op en afritten wordt lastig (zit momenteel niet in de raming).*





## Meetgegevens

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		14
	Van dijkpaal		DT058+020
	Tot dijkpaal		DT061+075
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	13,70
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	7,5
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,2
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	2 - 3
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, zandig, klei, siltig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,68
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,83
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,3
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,1
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,71
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,96
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,5
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,0
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		

Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	16
Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	8,5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		DT060 - DT061+075
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		zanddijk, hoog voorland

## Schetsontwerp De Snor DT064.



Locatie De Snor, dijkpaal DT064.

**Snor DT064**

### Ontwerpogave

- Loopt van DT061+070 tot DT064.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - Het dijktraject bij de Snor is een slingerend dijktraject tussen Ochten en Dodewaard.
  - Kenmerkend is de dijk die met een scherpe bocht dicht tot aan de Waal komt.
  - Het buitentalud heeft een steil talud en een harde bekleding.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Nee
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Van dijkpaal DT064. tot en met dijkpaal DT059. is er buitendijks geen Natura2000 aanwezig. Buitendijks tussen het water van de haven en de dijk zijn enkele waarnemingen van de Ooievaar.
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks direct aan de teen van de dijk ligt de monding van de haven die in open verbinding staat met de Waal.
- Kabels en leidingen
  - Parallel aan de dijk lopen 2 kabels van Alliander en KPN.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Het dijklichaam is in eigendom van het waterschap.
  - Binnendijkse gronden zijn in particuliere eigendom. Buitendijks is een haven gelegen die tevens in particuliere eigendom is. De verbinding van deze haven met de Waal is in eigendom van Rijkswaterstaat. Deze verbinding loopt parallel aan de dijk van DT064. tot aan DT062.

### Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- De Snor is een bijzondere plek aan de Waal. Historisch gezien is het een militaire plek waar ooit een kasteel stond. De huidige boerderij de Snor verwijst hier nog naar.
- De Snor is de enige plek tussen Dodewaard en Ochten, binnen 10 km dijklenkte, waar er direct contact is met de Waal. Er is zicht over de rivier en er zijn recreatieve voorzieningen. Ook is er een toegang voor auto's tot aan een krib aan de Waal.
- De Snor is ook een plek tussen typische stukken dijk met de havenactiviteiten aan de oostzijde en de arbeiderswoningen en de buitengeplaatste dijk bij het oude steenfabrieksterrein aan de westzijde. De dijk die hier achter woningen is geplaatst is niet goed toegankelijk. De toegankelijkheid kan worden verhoogd met een fietspad.

- Archeologie
  - Ter hoogte van dijkpaal DT064. ligt binnendijs een terrein met zeer hoge verwachting voor een voormalig kasteelterrein. Tevens ligt er een terrein met zeer hoge verwachting voor militaire werken (Grebbeinie en Tachtigjarige Oorlog). Dit terrein ligt direct onder het dijklichaam.
- Cultuurhistorie
  - Bij dijkpaal DT064. ligt binnendijs een voormalig kasteelterrein of buitenplaats. Hier ligt tevens een verdwenen huis en een archeologische vindplaats van oorlog en defensie(redoute). Bij dijkpaal DT058. ligt ook een redoute. Tussen de hier genoemde redoutes ligt een verdwenen kwelkade (voor 1832).

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **Binnenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat dit de laagste kosten heeft en een oplossing in grond goed uitbreidbaar is in de toekomst. Het beleid van het waterschap schrijft voor dat als een grondoplossing binnenwaarts mogelijk is met weinig effecten dit altijd de voorkeur heeft vanwege toekomstige uitbreidbaarheid en behoud van ruimte voor de rivier. In het VKA is een wig opgenomen omdat dit landschappelijk gewenst is (geredeneerd vanuit het RKK). Buitenwaartse versterking is niet mogelijk gezien groot rivierkundig effect en brengt ook hoge kosten met zich mee i.v.m. een steil en verhard buitentalud. Een stabiliteits- / pipingscherm vergt een 1,5 keer zo hoge investering en valt daarom af.

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Binnenwaarts in grond	Voorkeursalternatief	100%
Stabiliteits-/pipingscherm	-	151%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit VKA ligt de buitenteen vast en bij optimalisatie schuift de binnenteen min of meer naar binnen.

## Beschouwde alternatieven

**Binnenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de binnenzijde, naar de bebouwing toe. Aangezien er enkel een stabiliteitsopgave is wordt alleen de berm verhoogd en verbreed en kan de kruin gehandhaafd blijven. Een wig is landschappelijk gewenst. Voor piping wordt een verticale maatregel toegepast.

**Stabiliteits-/pipingscherm** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Nadeel is dat de waterkering lastig uitbreidbaar is. De pipingopgave wordt opgelost door het stabiliteitsscherm tevens uit te voeren als heavescherm.

**Buitenwaarts in grond** is niet beschouwd, omdat er een opgave is voor de binnenwaartse stabiliteit, een oplossing buitenwaarts is dan niet kostenefficiënt. Daarbij zeer ongewenst vanwege hoge kosten door harde bekleding en gebrek aan ruimte bij de rivier met groot rivierkundig effect tot gevolg.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd omdat een grondoplossing goed inpasbaar is en er geen innovatieve oplossing is dat de stabiliteits- en pipingopgave effectief op lost. Een innovatieve verticale pipingmaatregel is wellicht wel mogelijk.

## Landschappelijke criteria

- Bij een buitendijkse versterking ontstaat aan de binnenzijde een berm van ca. 16 meter lang. De kruin blijft gehandhaafd. Hier kan binnendijs een wig worden toegepast waardoor het graslandbeheer op het aanliggende perceel kan worden doorgezet op de berm. Vooralnog is het uitgangspunt dat er geen leeflaag toegepast wordt en de berm bloemrijk of biodiversiteit bevorderlijk wordt ingericht (beheer bij WSRL, keus moet hierin nog gemaakt worden).

- Er staan bomen langs een oprit naar de Snor. Getracht wordt om de bomen langs deze afrit te behouden.
- Nabij DT065. moet een recreatieve plek worden heringericht. Het laaggelegen veld tussen de nieuwe en de oude dijk wordt smaller en wordt mogelijk een onduidelijke restzone. Dit terrein vergt aandacht vanuit het ontwerp in de uitwerkingsfase.
- Bij het stabiliteitsscherm is er sprake van een kortere berm van ca. 5 meter. Overige waarden kunnen worden ingepast.
- Cultuurhistorie en archeologie: Binnendijkse maatregelen vinden plaats in een zone met hoge archeologische verwachting. Doordat er voornamelijk grond wordt opgebracht, zijn er vooralsnog weinig effecten te verwachten.

## Effecten

- Rivierkunde: geen effecten. De alternatieven zijn enkel binnenwaarts gericht.
- Natuur: Geen effecten, de alternatieven hebben geen ruimtebeslag op Natura2000 gebied.
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsscherm uit te breiden.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Grondeigendom: bij een berm in grond is ca. 15 meter vestiging van zakelijk recht nodig op agrarische percelen. Een stabiliteitsscherm is nagenoeg geheel realiseerbaar op gronden in eigendom van het waterschap, enkel voor de onderhoudsstrook is zakelijk recht benodigd.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardig verschillen.
- Kabels en leidingen: geen bijzonderheden.
- Duurzaamheid: meest duurzaam is de berm in grond. Het scherm is minder duurzaam omdat er staal gebruikt moet worden en er ook bij dit alternatief grondverzet benodigd is.

- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

## Kosten

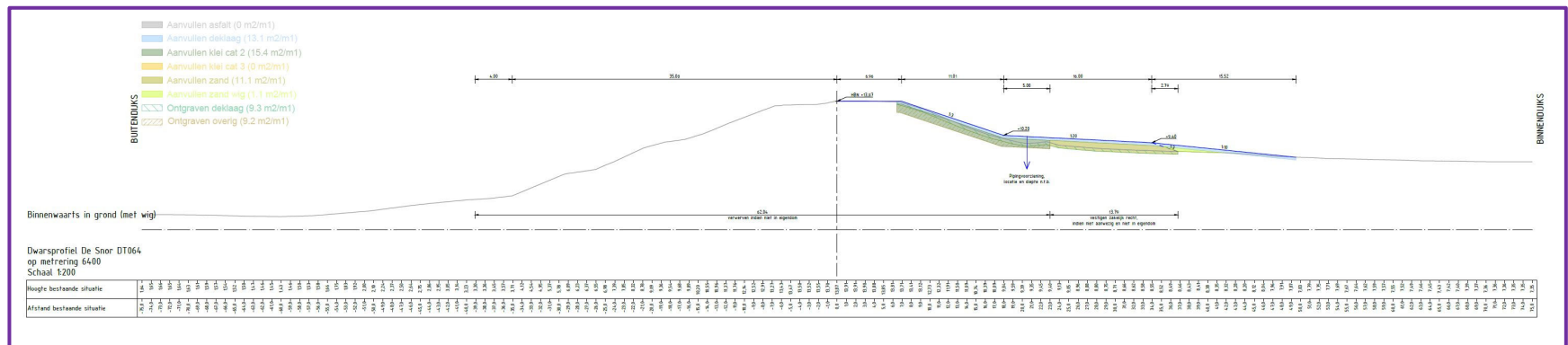
LCC kosten voor een oplossing in grond zijn lager dan voor een oplossing met een stabiliteitsscherm. Dit komt voornamelijk door de lengte en dikte van het benodigde scherm ter plaatse. Dit weegt niet op tegen de bredere berm en bijbehorende kosten voor grondverzet en vastgoed.

# Alternatieven in beeld

## Schetsontwerp Binnenwaarts in grond

**Binnenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbredening naar de binnenzijde, naar de bebouwing toe. Aangezien er enkel een stabiliteitsopgave is wordt alleen de berm verhoogd en verbreed en kan de kruin gehandhaafd blijven. Een wig is landschappelijk gewenst. Voor piping wordt een verticale maatregel toegepast.

*Opmerking: De binnendijkse stabiliteitsberm loopt van ca DT062. tot aan DT065. en niet verder westelijk ervan (i.t.t. wat er is getekend in het bovenaanzicht).*





## Meetgegevens

Binnen dit ontwerpdocument vallen meerdere geovakken. De meetgegevens worden weergegeven per geovak in een aparte tabel.

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		15
	Van dijkpaal		DT061+075
	Tot dijkpaal		DT064+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	13,94
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	7,4
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,5
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	2 - 3
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, zandig, klei, siltig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,70
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,85
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,2
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,3
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,65
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,90
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,3
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,3



<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	16
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	8,5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		DT061+075 - DT063+080
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		zanddijk, hoge conusweerstand

*Algemeen* **Locatie**

**Eenheid**

	Geovak		16a
	Van dijkpaal		DT064+000
	Tot dijkpaal		DT065+050
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	14,04

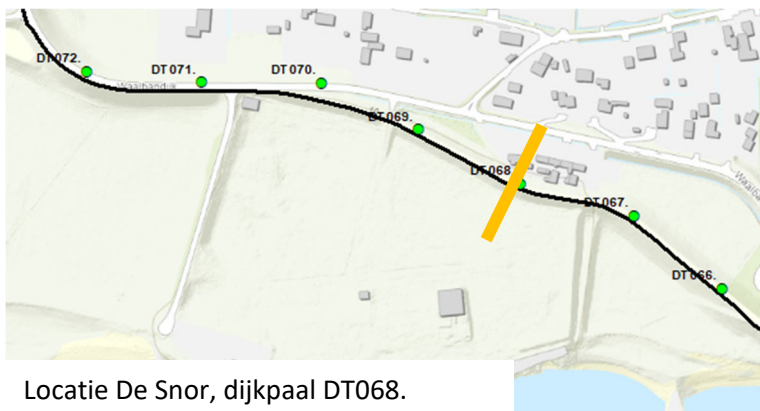
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	8
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,0
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	2 - 3
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, zandig, klei, siltig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,81
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,96
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,3
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,3
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,72
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,97
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,3
Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,4	
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	voldoet
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	nvt
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12
	<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0		
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1		

Aandachtspunten:

Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		hoge conusweerstand, hoog achterland



## Schetsontwerp De Snor DT068



Locatie De Snor, dijkpaal DT068.

### Ontwerpopgave

- Loopt van DT066+080 tot DT069+080.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - Het dijktraject bij de Snor is een slingerend dijktraject tussen Ochten en Dodewaard.
  - Kenmerkend is dat het dijklichaam zich ter hoogte van dijkpaal DT065 “opsplitst” en bij dijkpaal DT070 weer samenkomt. In het verleden is deze dijk buitenwaarts verlegd.
  - Er is een hoog voorland vanaf DT067 aanwezig.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort (10 l/s/m)	Ja (lokaal)
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Nee

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks is de rivier vrij dichtbij.
- Kabels en leidingen
  - Ter hoogte van dijkpaal DT068 kruist een waterleiding de dijk.
  - Ter hoogte van dijkpaal DT069 kruisen een KPN kabel en een laag- en middenspanningskabel van Alliander de dijk. De KPN kabel loopt buitendijks parallel met de dijk verder tot DT071.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Binnendijkse gronden zijn in particuliere eigendom.
  - Buitendijkse gronden zijn in particuliere eigendom.
  - De gronden tussen de twee dijklichamen in is in eigendom van het waterschap, met uitzondering van het perceel ter hoogte van dijkpaal DT068. Dit perceel is in particuliere eigendom. De dijklichamen zijn tevens in eigendom van het waterschap.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen:

- Snor DT067. is een punt waar de dijk wat verschillende vormen heeft onder invloed van de omgeving. Buitendijks ligt een hoog terrein van een voormalige steenfabriek. Binnendijks grenst de dijk aan de achterkanten van woningen die vanuit een parallelle weg ontsloten zijn. Bovendien ligt hier een splitsing tussen de dijk die naar buiten is gelegd achterlangs woningen en de oude dijk met de dijkweg.

- Archeologie
  - Buitendijks ligt van dijkpaal DT064. tot aan DT072. een oude stroomgordel met hoge verwachting voor de Romeinse tijd en Middeleeuwen met kans op water gerelateerde resten.
- Cultuurhistorie
  - Buitendijks ligt van dijkpaal DT064. tot aan DT072. oudhoevig land. Binnendijks langs dezelfde dijkpalen ligt een oude zomerdijk.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

**Buitenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte** heeft de voorkeur vanwege uniformiteit met de aangrenzende trajecten waar de dijk ook versterkt wordt met een maatgevend overslagdebiet van 10 l/s/m. Gezien het een kort dijktraject is heeft het de voorkeur om niet af te wijken van het uitgangspunt om te ontwerpen met een maatgevend overslagdebiet van 10 l/s/m. In absolute kosten is de optimalisatie in kosten gering als er ontworpen wordt met 0,1 l/s/m. De benodigde kruinverhoging op dit traject is relatief groot met 1,1 m om naar een overslagdebiet te gaan van 0,1 l/s/m waardoor er nog steeds aanzienlijke werkzaamheden nodig zijn. De kosten zijn vergelijkbaar.

	Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
1	Buitenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte	Voorkeurs-alternatief	148%
2	Stabiliteitsscherm in de kruin – huidige hoogte		219%
3	Verhoging 0,1 l/s/m buitenwaarts		100%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Het alternatief stabiliteitsscherm in de kruin heeft geen blijvende effecten, maar valt af vanwege de hoge kosten.

## Beschouwde alternatieven

**Buitenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte:** De dijk wordt buitenwaarts versterkt door de kruin meerdere meters op te schuiven, buitentalud 1:3, minimale kruinbreedte van 5m, binnentalud van 1:3,5 en een beheerstrook van 5m. Omdat er buitenwaarts versterkt wordt waarbij er gerekend is met een verschuiving van de BBL van 5m (nodig vanuit stabiliteit binnenwaarts) en een beheerstrook aan de binnenzijde wenselijk en mogelijk is (ook 5m breed) zal de aanwezige zandscheg al grotendeels verwijderd worden. Het geheel verwijderen van de zandscheg en vervangen voor klei is dan een logische keuze, mede omdat bij de inpassing van een drainagekoffer de dijk een extra 3m naar buiten moet schuiven (aangezien aan de binnenzijde geen enkele ruimte is).

**Stabiliteitsscherm in de kruin – huidige hoogte:** In dit alternatief wordt een stabiliteitsscherm (damwand met ankers) aangebracht nabij de binnenkruinlijn. Er zijn dan geen aanvullende grondwerkzaamheden nodig waardoor er geen extra ruimtebeslag is.

**Verhoging 0,1 l/m/s buitenwaarts:** In dit alternatief wordt de kruin verhoogd met een buitentalud van 1 op 3 en blijft het binnentalud zoals die is. Er treedt dan geen verzadiging van de dijk meer op bij hoogwater situaties. Er is dus geen drainberm en geen verflauwing van het binnentalud meer nodig. Bij deze buitenwaartse oplossing is er aan de buitenzijde extra ruimtebeslag. De weg op de dijk moet opgepakt worden vanwege de kruinverhoging.

### Overige alternatieven:

Alternatieven die binnenwaarts versterken zijn afgefallen omdat er aan de binnenzijde geen ruimte is om te versterken zonder aanzienlijke impact op woningen. Het zijn ondiepe tuinen met schuren direct tegen het dijktaalud aan. Aankoop van enkele meters tuin betekent grote waarde vermindering van de woningen met mogelijk gehele opkoop tot gevolg.

Een stabiliteitsconstructie in de teen is op voorhand al afgevalen vanwege hogere kosten en geen significante mindere impact t.o.v. versterking in grond. Ook bij een stabiliteitsconstructie in de teen moet de dijk minimaal 5m naar buiten geschoven worden i.v.m. de benodigde klei-inkassing, flauwer binnentalud en ruimte voor het installeren van de damwand. Een innovatieve oplossing is afgevalen omdat een versterking in grond mogelijk is.

### Landschappelijke criteria

- Alle alternatieven zijn landschappelijk sterk vergelijkbaar; er is dan ook geen voorkeur vanuit landschappelijke overwegingen.
- Cultuurhistorie en archeologie: Er bevinden zich archeologische en cultuurhistorische waarden in het voorland op enige afstand van de huidige dijk. Deze worden niet geraakt bij buitenwaarts versterken.

### Effecten

- Rivierkunde: Uit verkennende rivierkundige berekeningen voor het MER (Effectbeoordeling rivierkunde) is gebleken dat dit deeltraject niet gevoelig is voor rivierkundige effecten. Dit komt door de gunstige ligging met een hoog voorland.
- Natuur: Er is bij een buitenwaarts alternatief sprake van beperkte effecten op het Natura2000 gebied in het voorland. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen). Dit moet mogelijk gecompenseerd worden.
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat een constructieve oplossing niet makkelijk uitbreidbaar is.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.

- Grondeigendom: Om grote negatieve impact op de woningen te voorkomen is een buitenwaartse versterking gewenst. De perceelgrenzen bij de achtertuinen blijven dan ongewijzigd. Bij een binnenwaartse versterking blijft er nauwelijks een achtertuin over en moet mogelijk overgegaan worden op gehele opkoop en sloop. De buitenwaartse werkzaamheden lijken inpasbaar binnen het huidig grondeigendom van het waterschap.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardig verschillen.
- Kabels en leidingen: bij alle alternatieven een aandachtspunt.
- Duurzaamheid: meest duurzaam zijn de alternatieven in grond. De damwand is minder duurzaam omdat er staal gebruikt moet worden en er ook bij dit alternatief grondverzet benodigd is.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: bij het inbrengen van een damwand kan er schade ontstaan aan woningen door trillingen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

### Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

## Kosten

De kosten zijn minder onderscheidend dan in de tabel hierboven gepresenteerd omdat de benodigde kruinverhoging op dit deeltraject relatief groot is ten opzichte van het gemiddelde van de trajecten uit de Gouverneurspolder waar de kostenraming op is gebaseerd en omdat er een hoog voorland is. Het verschil is dat bij een 10 l/s/m dijk het binnentalud 1 op 3,5 zal zijn en een 5m beheerstrook aan de binnenzijde noodzakelijk is vanwege een klei-inkassing en bij een 0,1 l/s/m dijk de kruin hoger zal zijn en geen beheerstrook noodzakelijk is.

Als er uitgaan wordt dat beide alternatieven een 5m beheerstrook aan de binnenzijde krijgen zal het alternatief met een 0,1 l/s/m dijk zelfs mogelijk net iets duurder zijn.



*Locatie schetsontwerp DT066+080 – DT069+080, er is bebouwing in het achterland bij dijkpaal DT068. Buitendijks Natura200 gebied en stroomgordel met hoge archeologische verwachtingswaarde. Binnendijks, inpassingsopgave bij DT068.*

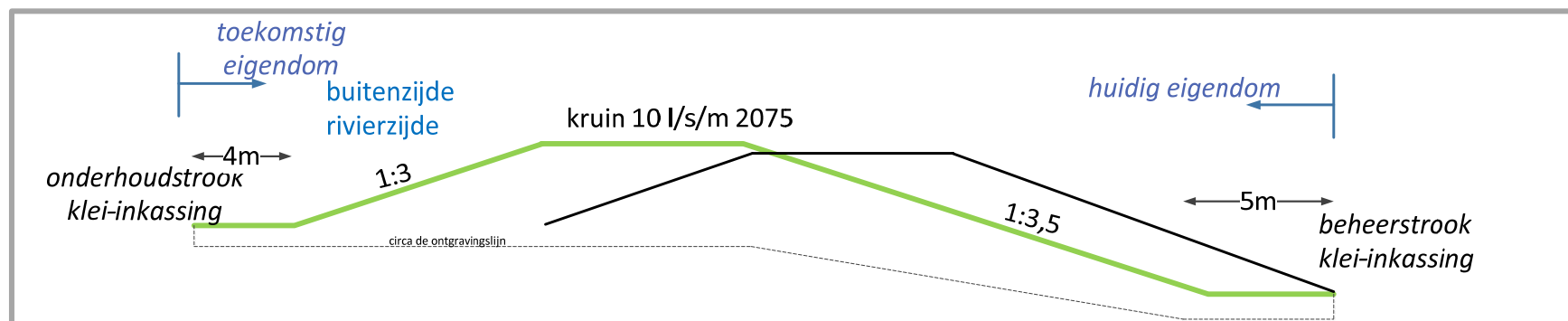
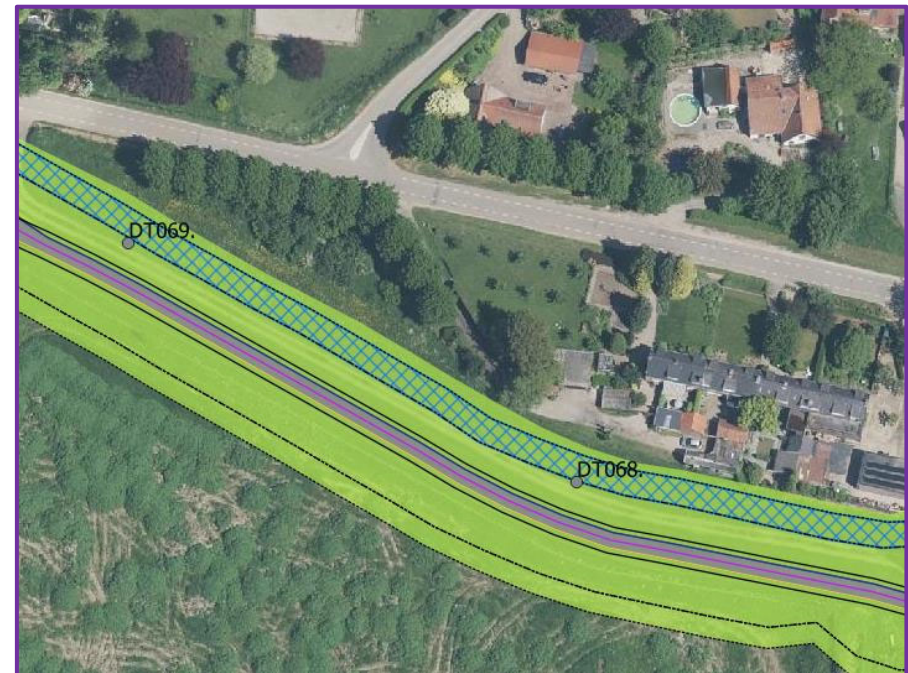


## Alternatieven in beeld

### Schetsontwerp: Buitenwaarts versterken + zandscheg vervangen door klei – huidige hoogte

De aanwezige zandscheg/zandkern wordt bij dit alternatief ook vervangen door klei. Bij dit alternatief is er een flauwer binnentalud van 1 op 3,5 nodig en een buitentalud van 1 op 3. Minimale kruinbreedte is 5m en er is een beheerstrook van 5 m nodig binnen en 4 m buiten.

Omdat er buitenwaarts versterkt wordt waarbij er gerekend is met een verschuiving van de BBL van 5m en een beheerstrook aan de binnenzijde wenselijk en mogelijk is (ook 5m breed) zal de aanwezige zandscheg al grotendeels verwijderd worden.

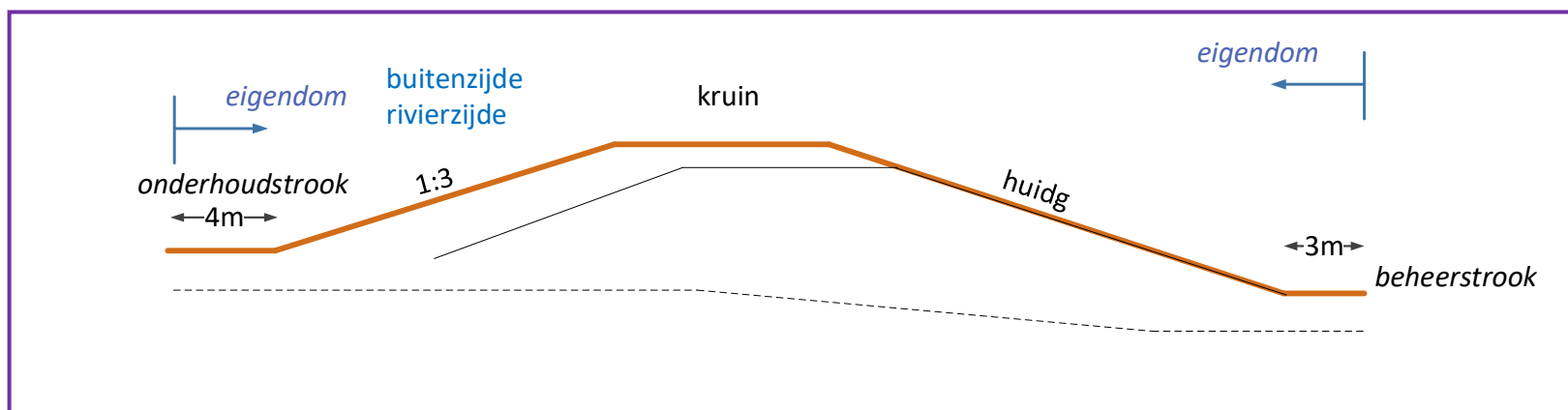


### Schetsontwerp: Stabiliteitsscherm in de kruin

In dit alternatief wordt een stabiliteitsscherm (damwand met ankers) aangebracht nabij de binnenkruin-lijn. Er zijn dan geen aanvullende grondwerkzaamheden nodig waardoor er geen extra ruimtebeslag is. De weg kan in dit geval niet behouden blijven omdat een deel van de kruin wordt afgegraven om de damwand met ankers te plaatsen en de weg op de kruin kapot wordt gereden tijdens de uitvoering.

### Schetsontwerp: Buitenwaarts 0,1 l/s/m

In dit alternatief wordt de kruin verhoogd en het buitentalud verflauwd tot 1 op 3. Er treedt dan geen verzadiging van de dijk meer op bij hoogwater situaties. Er is dus geen drainberm en ook geen verflauwing van het binnentalud meer nodig. Bij deze buitenwaartse oplossing is er aan de buitenzijde extra ruimtebeslag. De weg dient in dit geval opgepakt te worden vanwege de kruinverhoging.



## Meetgegevens

	Algemeen Locatie	Eenheid	
	Geovak		17
	Van dijkpaal		DT067+000
	Tot dijkpaal		DT070+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	14,09
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	7,2
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,9
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	2 - 3
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, organisch en klei, humeus
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,80
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,95
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,80
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,05
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	-
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	-
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		BIK
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12

	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	van toepassing
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst.		
	Binnendijks is een wiel aanwezig		nee
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		Heterogene deklaag achterland, hoge conusweerstand.

## Schetsontwerp De Snor DT070.



### Ontwerpopgave

- Loopt van DT069+050 tot DT074+050.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - Het dijktraject bij de Snor is een slingerend dijktraject tussen Ochten en Dodewaard.
  - Kenmerkend is het dijklichaam dat zich ter hoogte van dijkpaal DT065. opsplijst en bij dijkpaal DT070. weer samenkomt.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Nee
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Nee

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks is de rivier vrij dichtbij.
- Kabels en leidingen
  - Ter hoogte van dijkpaal DT068. kruist een waterleiding de dijk.
  - Ter hoogte van dijkpaal DT069. kruisen een KPN kabel en een laag- en middenspanningskabel van Alliander de dijk. De KPN kabel loopt buitendijks parallel met de dijk verder tot DT071.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Binnendijkse gronden zijn in particuliere eigendom.
  - Buitendijkse gronden zijn in particuliere eigendom.
  - De gronden tussen de twee dijklichamen in is in eigendom van het waterschap, met uitzondering van het perceel ter hoogte van dijkpaal DT068. Dit perceel is in particuliere eigendom. De dijklichamen zijn tevens in eigendom van het waterschap.

### Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- Snor DT070. is een punt waar de dijk wat verschillende vormen heeft onder invloed van de omgeving. Buitendijks ligt een hoog terrein van een voormalige steenfabriek. Binnendijks grenst de dijk aan de achterkanten van de woningen die vanuit een parallelle weg ontsloten zijn. Bovendien ligt hier een splitsing tussen de dijk die naar buiten is gelegd achterlangs woningen en de oude dijk met de dijkweg.

- Archeologie
  - Buitendijks ligt van dijkpaal DT064. tot aan DT072. een oude stroomgordel met hoge verwachting voor de Romeinse tijd en Middeleeuwen met kans op water gerelateerde resten.
- Cultuurhistorie
  - Buitendijks ligt van dijkpaal DT064. tot aan DT072. oudhoevig land. Binnendijks langs dezelfde dijkpalen ligt een oude zomerdijk.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **Vierkant in grond** heeft de voorkeur. Het beleid van het waterschap schrijft voor dat als een grondoplossing binnenwaarts mogelijk is met weinig effecten dit altijd de voorkeur heeft vanwege toekomstige uitbreidbaarheid en behoud van ruimte voor de rivier.

Binnenwaarts in grond heeft de laagste kosten, echter dit leidt wel tot een impact op tuinen van particulieren. Deze impact betekent voor 3 percelen/tuinen dat (uitgaande van bembreedte schetsontwerp en dus niet probabilistisch berekend en geen onderhoudsstrook) bijna 20% van het perceeloppervlak verworven moet worden. Gezien de verwachte weerstand in de omgeving is er voor gekozen om vierkant te versterken waardoor er bij vier percelen minder particuliere grond verworven hoeft te worden: dit komt door de kruinverschuiving en omdat de bembreedte kleiner kan dan bij een binnenwaartse versterking doordat er gebruik wordt gemaakt van de sterkte van geconsolideerde grond in en onder de huidige dijk. De verwachting is dat enkel probabilistisch rekenen de berm onvoldoende verkleint en daarmee de impact onvoldoende weg wordt genomen. Daarbij wegen de meerkosten op tegen de proceskosten en weerstand vanuit de omgeving. Ook kan de dijk op deze manier landschappelijk beter ingepast worden omdat bij een binnendijkse verschuiving van de kruin er nieuwe knikken in de dijk ontstaan. Een stabiliteitsconstructie is niet aan de orde gezien de veel hogere kosten en het niet raken van gebouwen, monumenten of begraafplaatsen.

Alternatief	Voorkeur	Investeringskosten*
Binnenwaarts in grond	-	100%
Stabiliteitsscherm	-	240%
Vierkant in grond	Voorkeursalternatief	134%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

Optimalisatie in de planuitwerking richt zich op het laten vervallen van de onderhoudsstrook aan de binnenzijde, de afstanden tussen de gevels en insteek berm zo groot mogelijk te maken en of mogelijk de berm zo te verlagen. Door probabilistisch te rekenen is de verwachting dat de bembreedte gereduceerd kan worden.

DT073. - DT075. betreft een inpassingslocatie. De complexe ondergrond maakt het lastig om te bepalen hoe groot de stabiliteitsopgave is. Er is hier geen hoogteopgave en ook geen pipingopgave. Ook wordt er gekeken of er een versterkingsopgave is betreffende de steenbekleding op het buitentalud in combinatie met een steil (buiten)talud. Als er een stabiliteitsopgave resteert dan is de enige oplossing een stabiliteitsscherm in de kruin. Een innovatieve oplossing is voor zo'n kort dijktracé niet effectief en bij een krappe inpassing als deze niet gewenst vanuit beheer.

## Beschouwde alternatieven

**Binnenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de binnenzijde naar de bebouwing toe. Aangezien er enkel een stabiliteitsopgave is wordt alleen de berm verhoogd en verbreed en kan de kruin gehandhaafd blijven.

**Stabiliteitsscherm** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Nadeel is dat de waterkering lastig uitbreidbaarheid is. Er is enige verflauwing van het binnentalud nodig vanwege overslagbestendigheid en beheerbaarheid.

**Vierkant in grond** wil zeggen een dijkverbreding buitenwaarts, naar de rivier toe, als wel binnenwaarts. Hiervoor moet de kruin opgeschoven worden en is er een binnenberm nodig voor de stabiliteit. Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

**Buitenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de buitenzijde, naar de rivier toe. Hiervoor moet de kruin opgeschoven worden en is er een binnenberm nodig voor de stabiliteit. Bij volledig buitenwaartse versterking neemt de impact op de percelen geheel weg, maar nemen de kosten verder toe en zal de dijk een slinger naar buiten maken dat landschappelijk niet fraai is en verkeerskundig onveilig: auto's rijden dan recht op de buitendijkse woning af om vervolgens met een scherpe S-slinger op te schuiven en langs de woning verder te rijden. Dit alternatief is dan ook niet nader beschouwd.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd, omdat grond- en constructieve oplossingen goed inpasbaar zijn en dijkheuvels bieden waarschijnlijk geen volledige oplossing voor de stabiliteitsopgave.

## Landschappelijke criteria

- Bij een binnendijkse versterking ontstaat aan de binnenzijde een berm van ca. 15 meter lang. De kruin blijft gehandhaafd. De nieuwe berm komt in de huidige tuinen te liggen van de woningen langs de Kalkestraat. Vooralsnog is het uitgangspunt dat er geen leeflaag toegepast wordt en de berm bloemrijk of biodiversiteit bevorderend wordt ingericht (beheer bij WSRL, keuze hierin moet nog gemaakt worden).
- Bij het stabiliteitsscherm is er geen sprake van een berm maar mogelijk wel een beheerstrook van ca. 5 meter breed onder aan de dijk.
- Bij een vierkante versterking verplaatst de kruin enkele meters naar buiten en is er een berm van ca. 7,5 meter aan de binnenzijde nodig. Dan komt de berm enkele meters in de tuinen. Vooralsnog is het uitgangspunt dat er geen leeflaag toegepast wordt en de berm bloemrijk of biodiversiteit bevorderend wordt ingericht (beheer bij WSRL, keuze hierin moet nog gemaakt worden).
- Cultuurhistorie en archeologie: de binnenwaartse versterking en versterking met een stabiliteitsscherm hebben geen cultuurhistorische of archeologische effecten. De vierkante versterking heeft minimaal effect omdat hiervoor een schuur van de voormalige steenfabriek gesloopt moet worden. Het betreft een restant van de steenfabriek, maar daarbij is er geen duidelijke relatie meer met de steenfabriek. Verwijdering van het schuurtje zal geen negatief effect hebben op de cultuurhistorische beleving van de steenfabriek. Verwijdering zal een positief effect hebben op de beleving van de dijk en de uiterwaarden. Qua dijkbeleving, van de dijk en het landschap ernaast, voegt de schuur niks toe. Het schuurtje staat als vervallen element in de zichtlijn vanaf de dijk over de uiterwaarden; ze belemmert daarmee de beleving van de uiterwaarden een beetje.

## Effecten

- Rivierkunde: geen effecten. Ook niet bij de vierkante versterking. In het rivierkundig model zit direct bovenstrooms een hoogwatervrij terrein, daarmee zit dit stuk dijk in de (stromings)luwte. In de eerdere rivierkundige effectbeoordeling (RHDHV, 2018) is geconcludeerd dat een buitenwaartse versterking (circa 25 m buitenwaartse verschuiving) op deze locaties nauwelijks rivierkundige effecten geeft. Uit een analyse van de getallen is gebleken dat de opstuwing op dit deel van het traject (de Snor van DT069+50 naar DT072+50) bij een buitenwaartse verschuiving van circa 25m kleiner is dan 1mm. Omdat het in dit geval om een verschuiving gaat van circa 5 m zijn de verwachte rivierkundige effecten verwaarloosbaar.
- Natuur: minimaal effect; direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsscherm uit te breiden.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Grondeigendom: bij een binnenwaartse versterking in grond is ca. 15 meter berm + 4 meter onderhoudsstrook vestiging van zakelijk recht nodig in tuinen van particulieren, en bij een vierkante versterking ca. 5 meter berm + 4 meter onderhoudsstrook. Een stabiliteitsscherm is nagenoeg geheel realiseerbaar op gronden in eigendom van het waterschap, enkel voor de beheerstrook is aankoop benodigd (al vervalt deze mogelijk bij nadere uitwerking van het ontwerp).
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Kabels en leidingen: geen bijzonderheden.

- Duurzaamheid: meest duurzaam is de binnenwaartse versterking in grond. Het scherm is minder duurzaam omdat er staal gebruikt moet worden en er ook bij dit alternatief grondverzet benodigd is. De buitenwaartse versterking is ook in grond, maar voor dit alternatief moet er veel meer kuubs grond verplaatst worden.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: bij vierkante versterking moet ecologisch onderzoek gedaan worden voor het slopen van de (vervallen) schuur van de voormalige steenfabriek. Voor de rest geen specifieke risico's.

## Stakeholders

Perceeleigenaren hebben sterk de voorkeur om geen grond af te staan voor de dijkversterking.

## Kosten

LCC kosten voor een binnenwaartse versterking in grond zijn lager dan voor een oplossing met een stabiliteitsscherm of een vierkante versterking. Dit komt voornamelijk door de lengte en dikte van het benodigde scherm ter plaatse die deze variant zeer kostbaar maken. Een factor 2,5 duurder in investeringskosten t.o.v. een binnenwaartse versterking. Dit weegt niet op tegen de langere berm en bijbehorende kosten voor grondverzet en vastgoed. Bij de vierkante versterking in grond zijn de vastgoedkosten t.o.v. binnenwaartse versterking een stuk lager, maar dit weegt niet op tegenover de kosten voor het vergraven van de gehele kruin en buitentalud van de dijk. De investeringskosten voor een vierkante versterking en LCC kosten zijn circa 1,4 keer zo hoog t.o.v. binnenwaarts versterken.

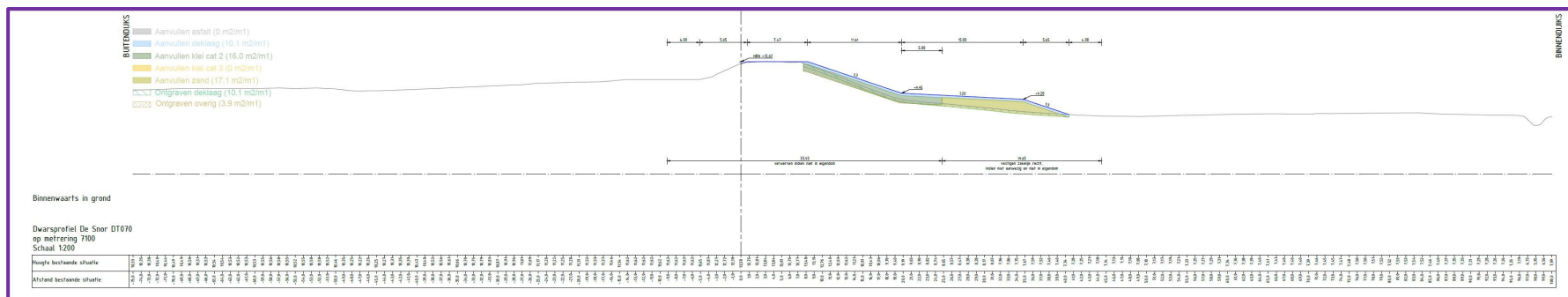
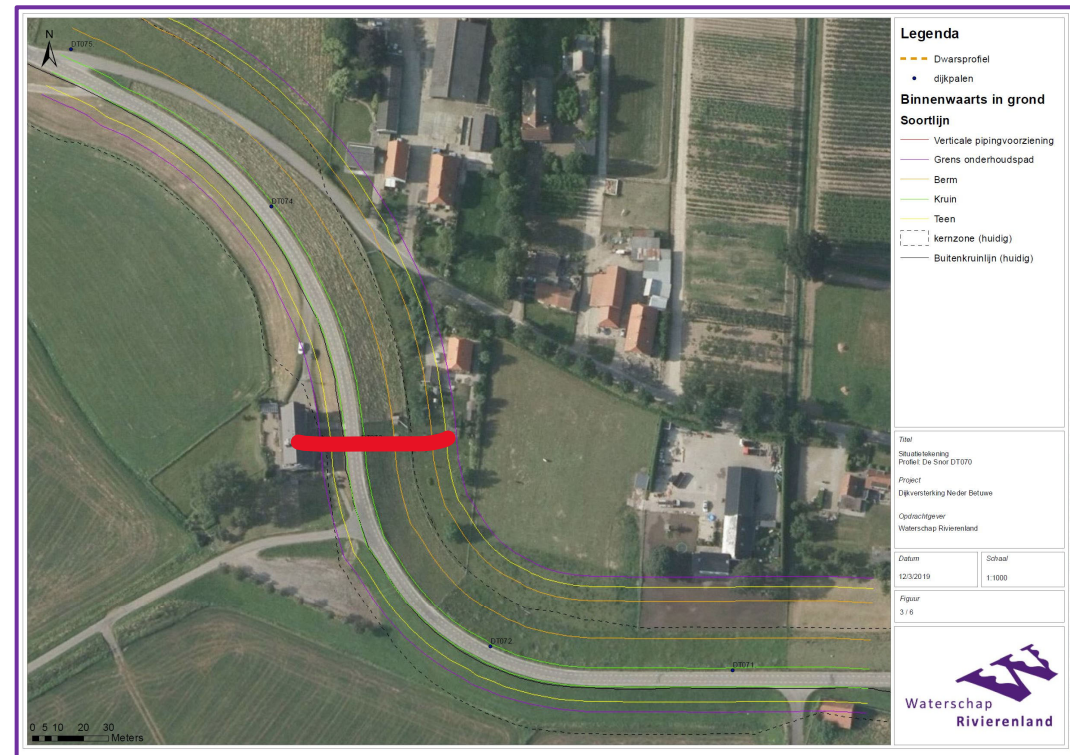


## Alternatieven in beeld

### Schetsontwerp Binnenwaarts in grond

**Binnenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de binnenzijde, naar de bebouwing toe. Aangezien er enkel een stabiliteitsopgave is wordt alleen de berm verhoogd en verbreed en kan de kruin gehandhaafd blijven. Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

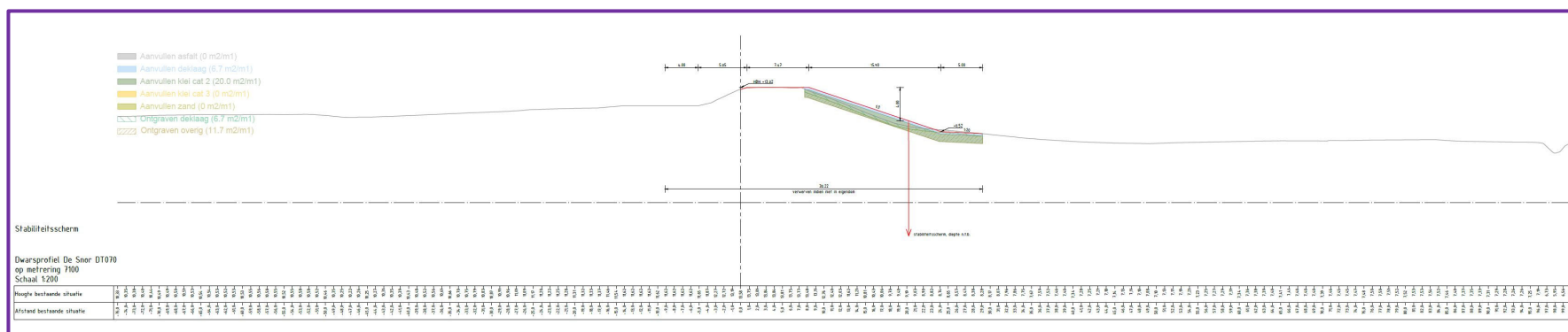
*Opmerking: bovenaanzicht is te ver westwaarts – voorbij DT073. – doorgetekend.*



## Schetsontwerp Stabiliteitsscherm

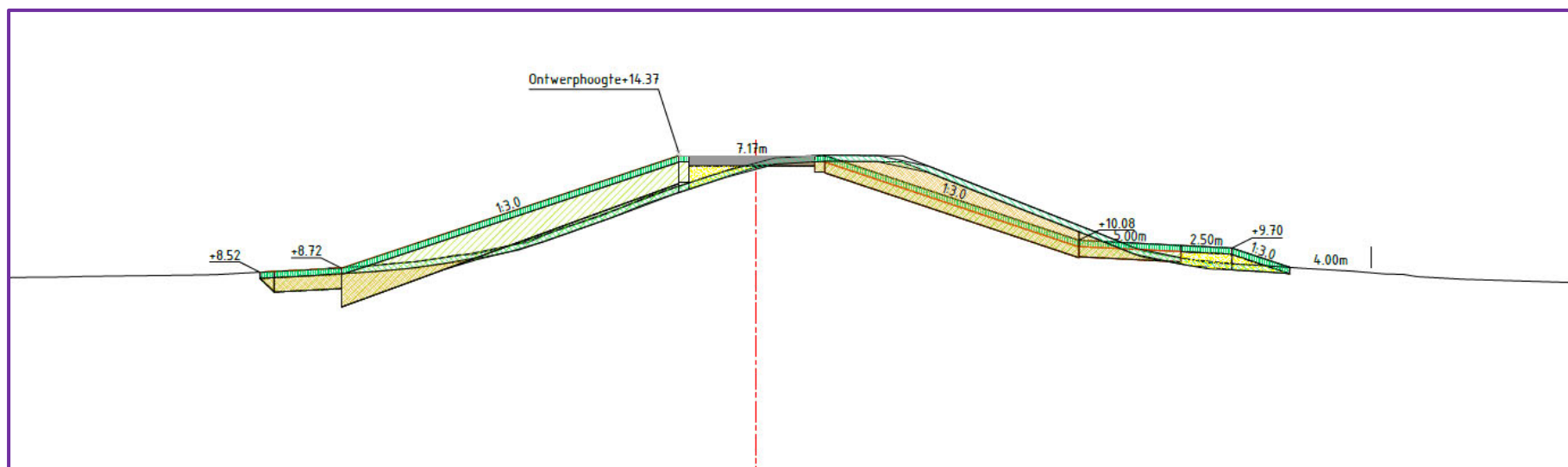
**Stabiliteitsscherm** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Nadeel is dat de waterkering lastig uitbreidbaarheid is. Er is enige verflauwing van het binnentalud nodig, vanwege overslagbestendigheid en beheerbaarheid. Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

*Opmerking: bovenaanzicht is te ver westwaarts – voorbij DT073. – doorgetekend.*



## Schetsontwerp Vierkant in grond

**Vierkant in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de buitenzijde, naar de rivier toe, en binnenwaarts. Hiervoor moet de kruin opgeschoven worden en is er een binnenberm nodig voor de stabiliteit. Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

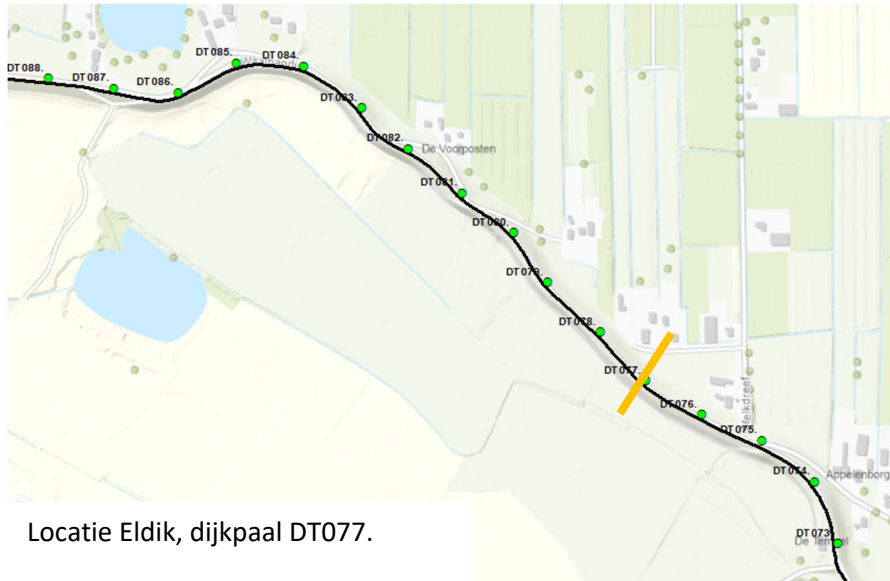


## Meetgegevens

Algemeen		Locatie	Eenheid
		Geovak	18
		Van dijkpaal	DT070+000
		Tot dijkpaal	DT073+080
<i>Kenmerken dijk</i>		Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP 14,09
		Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP 7,2
		Kerende hoogte huidige dijk	m 6,9
<i>Kenmerken ondergrond</i>		Deklaagdikte achterland	m 2 - 3
		Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland	klei, organisch en klei, humeus
<i>Hoogte</i>		<b>Binnenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,82
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 13,97
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,0
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m -0,5
		<b>Buitenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,77
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 14,02
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,3
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m -0,4	
<i>Bouwstenen</i>		<u>Macrostabiliteit:</u>	
		Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m 15

Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	7,5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12
<i>Piping:</i>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	van toepassing
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	van toepassing
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		heterogene deklaag achterland, hoge conusweerstand

## Schetsontwerp Eldik DT077.



Locatie Eldik, dijkpaal DT077.

### Ontwerpogave

- Loopt van DT074+050 tot DT085.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - Rechtstandig stuk dijk nabij Ochten op ruime afstand van de rivier. Geen water aan zowel buiten- als binnendijkse zijde. Binnendijks veel percelen.
  - Harde bekleding op het buitentalud; steenasfalt einde levensduur.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort (10 l/s/m)	Nee
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Nee

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied en Gelders natuurnetwerk. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Tevens kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Er zijn geen tot weinig rivierkundige effecten te verwachten bij de buitenwaartse alternatieven.
- Kabels en leidingen
  - Aantal lokale K&L. Geen impact op de alternatief-keuze.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Gronden binnendijks en buitendijks zijn vanaf de teen in particulier eigendom.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen:

- Een licht slingerende dijk met aan beide zijden van de dijk landbouwgronden waarbij de rivier ver weg is.
- Archeologie
  - Stroomgordel buitendijks, oudste fase - hoge verwachting voor Romeinse tijd - Middeleeuwen, kans op watergerelateerde resten.
- Cultuurhistorie
  - Geen bijzonderheden.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **buitenwaarts met een maatgevend overslagdebiet van 0,1 l/s/m** heeft de voorkeur. Bij de buitenwaartse alternatieven is er geen effect op particuliere tuinen en woningen. Deze oplossing is het meest doelmatig, heeft de laagste impact met de minste grondverwerving en leidt niet tot een versnippering in verschillende type dijken. Bij dit alternatief wordt de huidige harde bekleding (dat einde levensduur is) op het buitentalud verwijderd en komt er een nieuwe harde bekleding voor in de plaats.

	Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*/**
1	Binnenwaarts – met drainberm – huidige hoogte	-	-
2	Binnenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte	-	-
3	Buitenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte	-	-
4	Stabiliteitsscherm in de kruin – huidige hoogte	-	-
5	Verhoging 0,1 l/s/m binnenwaarts	-	-
6	Verhoging 0,1 l/s/m buitenwaarts	Voorkeurs-alternatief	100%
7	Verhoging 0,1 l/s/m binnenwaarts incl. inpassing	-	-
8	10 l/s/m incl. inpassingen (combinatie alternatieven 1, 2 en 3)	-	163%

\* Alternatief 6 is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

\*\* T.b.v nadere heroverweging VKA zijn alleen de LCC kosten van de kansrijke alternatieven (opnieuw) geraamd; deze zijn hier opgenomen.

## Beschouwde alternatieven

**Binnenwaarts – met drainberm – huidige hoogte:** Bij de huidige hoogte is het overslagdebiet circa 1-2 l/s/m. Omdat er dan gerekend wordt met een verzadigde dijk is een flauwer binnentalud van 1 op 3,5 nodig in combinatie met een drainagekoffer. Gezien de dunne deklaag is er een berm nodig om ruimte te maken voor de drainagekoffer. In dit alternatief is er een relatief groot ruimtebeslag aan de binnenzijde waardoor er inpassingsopgaven ontstaan. Een kans is dat de weg op de kruin niet opgepakt hoeft te worden; maar voor nu wordt aangehouden dat dit wel nodig is omdat deze kapot wordt gereden tijdens uitvoering en deels opgepakt moet worden voor goede aansluiting op de nieuwe bekleding van het binnentalud. De huidige harde bekleding op het buitentalud dat einde levensduur is, wordt bij dit alternatief niet vervangen.

**Binnenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte:** De aanwezige zandscheg/zandkern wordt vervangen door klei, binnentalud wordt verflauwd en de huidige kruinhoogte wordt aangehouden. In dit geval is er geen drainberm nodig maar wel nog steeds een taludverflauwing. Hiermee is het ruimtebeslag dus iets kleiner. De aanwezige zandscheggen zijn over het algemeen dik waardoor er relatief veel van de dijk afgegraven dient te worden. Dit betekent dat ook de weg op de dijk moet worden opgepakt vanwege de grote ontgravingen onder de kruin. De huidige harde bekleding op het buitentalud dat einde levensduur is wordt bij dit alternatief niet vervangen.

**Buitenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte:** De aanwezige zandscheg/zandkern wordt bij dit alternatief vervangen door klei. Bij dit alternatief is er een flauwer binnentalud van 1 op 3,5 nodig en wordt het buitentalud 1:3 gemaakt. Vanwege de as-verschuiving zal ook de weg moeten worden opgepakt.

**Stabiliteitsscherm in de kruin – huidige hoogte:** In dit alternatief wordt een stabiliteitsscherm (damwand met ankers) aangebracht nabij de binnenkruinlijn. Er zijn dan geen aanvullende grondwerkzaamheden nodig waardoor er geen extra ruimtebeslag is. De weg kan in dit geval niet behouden blijven omdat een deel van de kruin wordt afgegraven om de damwand met ankers te plaatsen en de weg op de kruin kapot wordt gereden tijdens de uitvoering. De huidige harde bekleding op het buitentalud dat einde levensduur is wordt bij dit alternatief niet vervangen.

**Verhoging 0,1 l/s/m binnenwaarts:** In dit alternatief wordt de kruin verhoogd (0,1 l/s/m in 2075) zodat er geen verzadiging van de dijk meer optreedt bij hoogwater situaties. Er is dan geen drainberm en geen verflauwing van het binnentalud meer nodig. Omdat de kruin wordt verhoogd is er aan de binnenzijde meer ruimtebeslag dan in de huidige situatie. De weg dient in dit geval opgepakt te worden vanwege de kruinverhoging. De huidige harde bekleding op het buitentalud dat einde levensduur is wordt bij dit alternatief niet vervangen.

**Met inpassing:**<sup>1</sup> op een aantal locaties is binnenwaarts versterken niet mogelijk, omdat de teen van de dijk dan te dicht op een woning komt. Daarnaast blijkt dat bij een deel van het traject een stabiliteitsberm nodig is indien de kruin wordt verhoogd. In het inpassingsalternatief is per deeltraject gekeken welk type versterking mogelijk is. Er bleef maar één traject van 300 m over waar verhoging 0,1 l/s/m binnenwaarts mogelijk en zinnig is. Echter; het lokaal anders versterken leidt tot extra slingers in de dijk en extra hoogte overgangen is daarom niet wenselijk.

**Verhoging 0,1 l/s/m buitenwaarts:** In dit alternatief wordt het huidige binnentalud gehandhaafd, de kruin verhoogd en het buitentalud verflauwd tot 1 op 3. Er treedt dan geen verzadiging van de dijk meer op bij hoogwater situaties. Er is dus geen drainberm en geen verflauwing van het binnentalud meer nodig.

Omdat het buitentalud iets flauwer wordt dan het huidige talud, is de benodigde kruinverhoging iets minder groot dan 'binnenwaarts 0,1 l/s/m'. Bij deze buitenwaartse oplossing is er aan de buitenzijde extra ruimtebeslag. De huidige harde bekleding op het buitentalud dat einde levensduur is wordt bij dit alternatief vervangen. De weg dient in dit geval opgepakt te worden vanwege de kruinverhoging.

**10 l/s/m inclusief inpassingen:** In dit alternatief wordt de huidige kruinhoogte gehandhaafd met inpassing van woningen en tuinen. Dit alternatief is een combinatie van de alternatieven 'Binnenwaarts – met drainberm – huidige hoogte', 'Binnenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte' en 'Buitenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte'. De huidige harde bekleding op het buitentalud dat einde levensduur is wordt bij dit alternatief vervangen.

**Overige alternatieven:** Een stabiliteitsconstructie in de teen is op voorhand al afgefallen vanwege hogere kosten en geen significante mindere impact t.o.v. versterking in grond. Ook bij een stabiliteitsconstructie in de teen moet het binnentalud verflauwd worden en is er een klei-inkassing nodig. Een innovatieve oplossing is niet aan de orde omdat er zonder grote impact versterkt kan worden in grond.

---

<sup>1</sup> Dit detailniveau voor het kiezen van een voorkeursoplossing (versterkingstype) is enkel toegepast voor de deeltrajecten daar waar wordt afgeweken van het projectuitgangspunt van 10 l/s/m.



## Landschappelijke criteria

Een alternatief zonder een berm en steile taluds heeft landschappelijk een lichte voorkeur; dit past het beste bij het Ruimtelijke KwaliteitsKader (RKK) van het waterschap waarbij de dijk een duidelijk element is binnen het landschap. Een dijk met een maatgevend overslagdebiet van 0,1 l/s/m heeft dus een lichte voorkeur vanuit landschappelijke waarden.

## Archeologische en cultuurhistorische waarden

Er bevinden zich archeologische waarden in het voorland op enige afstand van de huidige dijk. Deze worden mogelijk net geraakt bij buitenwaarts versterken.

## Effecten

- Rivierkunde: Er zijn weinig rivierkundige effecten te verwachten bij de buitenwaartse alternatieven. Uit de verkennende rivierkundige berekeningen voor het MER is gebleken dat dit deeltraject niet gevoelig is voor rivierkundige effecten. Er is gerekend met een buitenwaartse verschuiving van meer dan 25 m over vrijwel het hele traject Eldik en daarvan waren de effecten beperkt. De buitenwaartse verschuiving is bij alle alternatieven nu veel minder groot.
- Natuur: Er is bij een buitenwaarts alternatief sprake van beperkte effecten op het Natura2000 gebied in het voorland. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen). Dit moet mogelijk gecompenseerd worden.
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat een constructieve oplossing niet makkelijk uitbreidbaar is. Buitenwaartse alternatieven zijn makkelijker uitbreidbaar dan binnenwaartse alternatieven in verband met grondeigendom.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.

- Grondeigendom: Om de impact op de verschillende percelen te ontzien hebben buitenwaartse alternatieven de voorkeur.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardig verschillen.
- Kabels en leidingen: geen bijzonderheden.
- Duurzaamheid: meest duurzaam zijn de alternatieven in grond.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: complexere uitvoering alternatief 1 en 8 door toepassen van een drainagekoffer.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Aangezien er met het VKA al is gecommuniceerd naar omwonenden dat er geen blijvend effect zal zijn voor de omwonenden heeft alternatief 6 (buitenwaarts 0,1 l/s/m) de voorkeur.

## Kosten

Alternatieven 2, 3 en 4 waren al eerder afgefallen vanwege te hoge kosten. Bij nadere heroverweging valt alternatief 8 eveneens af vanwege verschil in kosten met alternatief 6.

De kosten van het VKA zijn t.o.v. een ontwerp met 10 l/s/m lager. De risico's bij alternatief 8 liggen hoger vanwege de drainagekoffer: complexe uitvoering door graafwerkzaamheden aan de teen van de dijk, complexere grondstromen en grotere impact omgeving met meer grondverweringsdossiers. Ook zijn de maatschappelijke kosten (niet HBWP subsidiabel) hoger doordat een deel van de bekleding op het buitentalud einde levensduur is en vervangen moet worden.

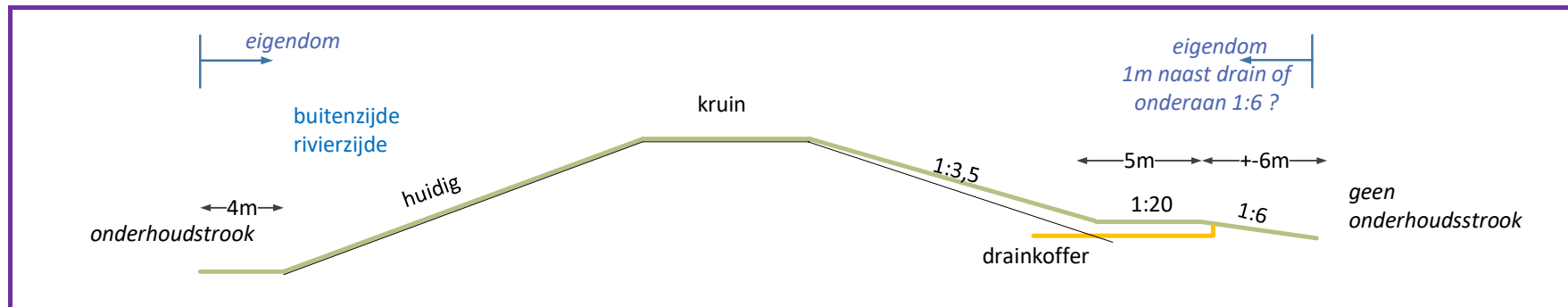


*Locatie schetsontwerp DT074+050 – DT085, harde bekleding over het hele dijktraject, direct achter de kering is bebouwing aanwezig (met name bij DT076 en DT077+050 ligt deze dicht tegen de kering aan).*

## Alternatieven in beeld

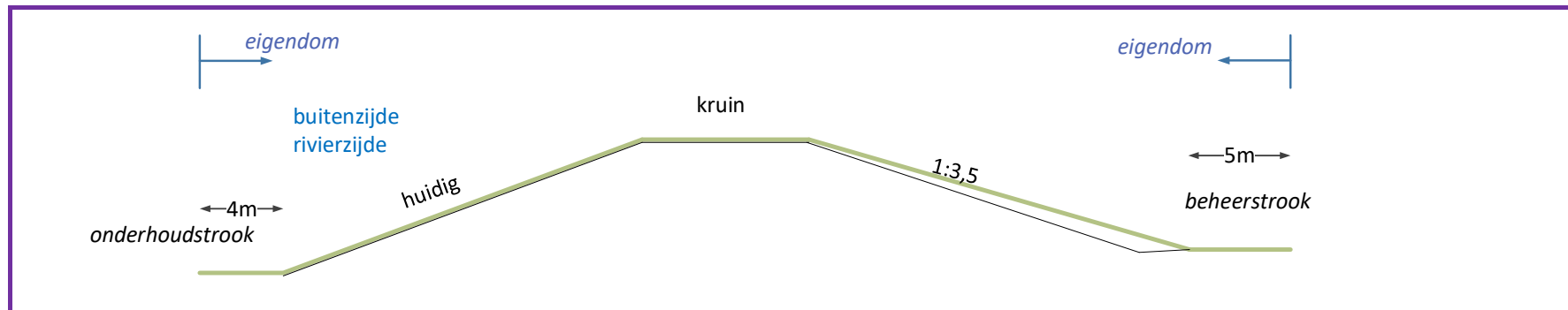
### Schetsontwerp: Binnenwaarts + drainberm

Bij de huidige hoogte is het overslagdebiet circa 1-2 l/s/m. Omdat er dan gerekend wordt met een verzadigde dijk is een flauwer binnentalud van 1 op 3,5 nodig in combinatie met een drainagekoffer. Gezien de dunne deklaag is er een berm nodig om ruimte te maken voor de drainagekoffer. In dit alternatief is er een relatief groot ruimtebeslag aan de binnenzijde waardoor er inpassingsopgaven ontstaan. Een kans is dat de weg op de kruin niet opgepakt hoeft te worden; voor nu wordt aangehouden dat dit wel nodig is omdat deze kapot wordt gereden tijdens uitvoering en deels opgepakt moet worden voor goede aansluiting op de nieuwe bekleding van het binnentalud.



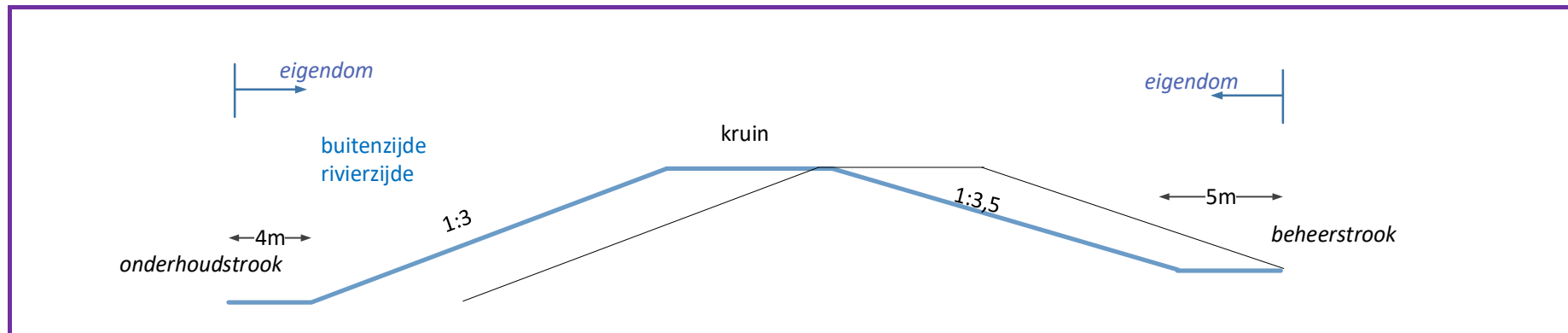
## Schetsontwerp: Binnenwaarts + zandscheg vervangen door klei

De aanwezige zandscheg/zandkern wordt vervangen door klei, binnentalud wordt verflauwd en de huidige kruinhoogte wordt aangehouden. In dit geval is er geen drainberm nodig maar wel nog steeds een taludverflauwing. De aanwezige zandscheggen zijn over het algemeen dik waardoor er relatief veel van de dijk afgegraven dient te worden. Dit betekent dat ook de weg moet worden opgepakt vanwege de grote ontgravingen onder de kruin.



## Schetsontwerp: Buitenwaarts versterken + zandscheg vervangen door klei

De aanwezige zandscheg/zandkern wordt bij dit alternatief ook vervangen door klei. Bij dit alternatief is er een flauwer binnentalud van 1 op 3,5 nodig. Op het buitentalud moet een harde bekleding terugkomen, de huidige bekleding kan niet hergebruikt worden. Vanwege de as-verschuiving zal ook de weg moeten worden opgepakt.

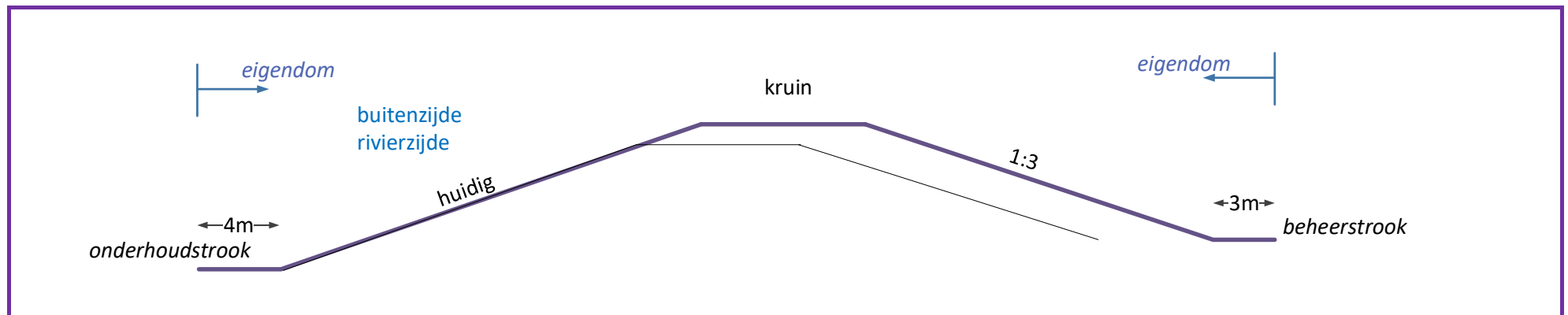


### Schetsontwerp: Stabiliteitsscherp in de kruin

In dit alternatief wordt een stabiliteitsscherp (damwand met ankers) aangebracht nabij de binnenkruin-lijn. Er zijn dan geen aanvullende grondwerkzaamheden nodig waardoor er geen extra ruimtebeslag is. De weg kan in dit geval niet behouden blijven omdat een deel van de kruin wordt afgegraven om de damwand met ankers te plaatsen en de weg op de kruin kapot wordt gereden tijdens de uitvoering.

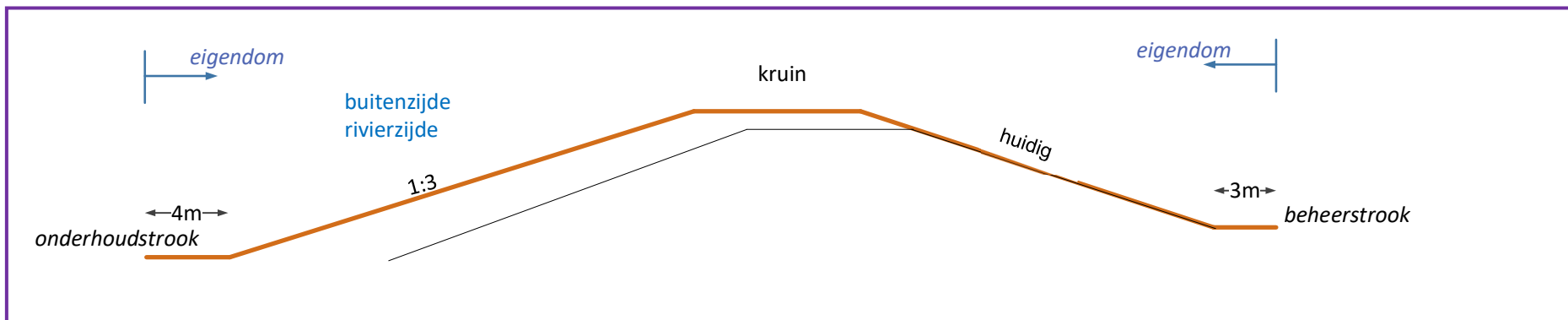
### Schetsontwerp: Binnenwaarts 0,1 l/s/m

In dit alternatief wordt de kruin verhoogd (0,1 l/s/m in 2075) zodat er geen verzadiging van de dijk meer optreedt bij hoogwater situaties. Er is dan geen drainberm en geen verflauwing van het binnentalud meer nodig. Omdat de kruin wordt verhoogd is er aan de binnenzijde meer ruimtebeslag dan in de huidige situatie. De weg dient in dit geval opgepakt te worden vanwege de kruinverhoging.



### Schetsontwerp: Buitenwaarts 0,1 l/s/m

In dit alternatief wordt de kruin verhoogd en het buitentalud verflauwd tot 1 op 3. Er treedt dan geen verzadiging van de dijk meer op bij hoogwater situaties. Er is dus geen drainberm en geen verflauwing van het binnentalud meer nodig. Omdat het buitentalud iets flauwer wordt dan het huidige talud, is de benodigde kruinverhoging iets minder groot dan 'binnenwaarts 0,1 l/s/m'. Bij deze buitenwaartse oplossing is er aan de buitenzijde extra ruimtebeslag. De weg dient in dit geval opgepakt te worden vanwege de kruinverhoging.



## Meetgegevens

	Algemeen	Locatie	Eenheid	
		Geovak		19
		Van dijkpaal		DT074+050
		Tot dijkpaal		DT085+000
	<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	14,45
		Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	7,5
		Kerende hoogte huidige dijk (gemiddeld)	m	7,0
	<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	3 - 5
		Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, zandig, en zand
	<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,90
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,05
		<b>Buitenwaartse versterking</b>		
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,80
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	14,05
	<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
		Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	- of 5 m (bij 0,1 l/s/m)
		Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	-
		Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		BIK
		Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12



	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		Nee
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		-

## Schetsontwerp Eldik DT089.



### Ontwerpogave

- Loopt van DT085. tot DT095+050.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk langs Eldik is een rechte dijk met binnendijs enkele oude wielen. Buitendijs liggen enkele oude strangen in de uitwaarden. De uitwaarden bestaan voornamelijk uit grasland. Binnendijs zijn er voornamelijk boomkwekerijen en boomgaarden langs de dijk te zien.
  - Het buitentalud heeft een harde bekleding.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Nee
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Nee

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijs ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijs (grenzend aan de dijk) zijn leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig (o.a. voor de Tapuit, boomkruiper en sperwer). Tevens kan het buitendijs gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
  - Buitendijs zijn er ook waarnemingen van de bever. Zijn leefgebied is niet direct aan de dijk, maar voornamelijk rondom de plassen en strangen in de uiterwaarden.
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijs liggen enkele oude strangen en wielen. Binnendijs net ten westen van dijkpaal DT089. ligt een oud wiel vrij dicht aan de teen van de dijk.
- Kabels en leidingen
  - Ter hoogte van dijkpaal DT089 kruist een waterleiding de dijk. Parallel aan de dijk, langs de kruin ligt een data kabel.
  - Binnendijs op circa 70 meter ligt parallel aan de dijk een laagspanningskabel tussen DT087. en DT089..
- Grondeigendom en stakeholders
  - Binnendijs wiel ter hoogte van DT087. is in eigendom van het waterschap. De overige gronden, zowel binnendijs als buitendijs zijn in particuliere eigendom.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- De dijk heeft een lange rechtstand. Hierin is een rationele dijkaanleg zichtbaar die heeft plaatsgevonden in 1827, ter vervanging van de oude dijk die nu binnenwaarts ligt. De lange rechtstand was ook handig vanwege de acces functies richting het hoornwerk Ochten.

- Momenteel is het een min of meer eenvormig traject aan de buitenzijde met aan de binnenzijde afwisseling van hedendaagse boomteelt en oude wielen, een boomgaard en bebouwing.
- Archeologie  
Er zijn geen archeologische verwachtingswaarden aanwezig.
- Cultuurhistorie
  - Binnendijks ter hoogte van DT088., vlak aan de teen van de dijk ligt een vindplaats uit historische bron (historische bebouwing).

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **buitenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat dit alternatief landschappelijk het beste is in te passen, weinig waarden aan tast, de laagste kosten heeft en in de toekomst goed uitbreidbaar is.

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Buitenwaarts in grond	Voorkeursalternatief	100%
Stabiliteitsscherm	-	147%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit VKA ligt de binnenteen vast en bij optimalisatie schuift de buitenteen min of meer naar binnen. Door de buitenwaartse verschuiving ontstaat een bredere berm van circa 10 meter aan de binnenzijde. Hier is zowel de uitvoering met leeflaag als zonder leeflaag mogelijk. Vooral nog gaan we niet uit van een leeflaag. Hierdoor blijft de lange rechtstand het meest intact. Er is ook overwogen om enkel bij DT092+020m tot DT095+060m een leeflaag toe te passen. Hiermee komt er 10m boomgaard bij. Echter is het niet een hele grote berm en om uniformiteit te behouden kiezen we hier nu niet voor. Evenals dat we tussen DT087. en DT089.. Niet een wig toepassen.

Als er vanuit de omgeving animo is om wel een leeflaag toe te passen op de berm, dan kan het gesprek daarover worden aangegaan en dan is het de uitdaging om te voorkomen dat er een grote afwisseling ontstaat van stukken met en zonder leeflaag (en dus met of zonder grondgebruik op de berm).

Het is mogelijk dat hier de versterkingsopgave vervalt na een probabilistische analyse (planuitwerking). Dan moet nog wel beoordeeld worden of de huidige bekleding op het binnentalud ook voldoende weerstand biedt tegen overslag.

## Beschouwde alternatieven

**Buitenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de buitenzijde, naar de rivier toe. De hoogteopgave wordt aan de buitendijkse zijde opgelost waar zich geen kwetsbare waarden bevinden. Voor piping zijn geen maatregelen nodig.

**Stabiliteitsscherm** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Nadeel is dat de waterkering lastig uitbreidbaarheid is. Er is enige verflauwing van het binnentalud nodig, vanwege overslagbestendigheid en beheerbaarheid. Voor piping zijn geen maatregelen nodig.

**Binnenwaarts in grond** is niet beschouwd, omdat een binnenwaartse versterking tot een grotere berm leidt wat landschappelijk ongewenst is en minstens een leeflaag nodig is om dit te compenseren, veel waarden worden binnendijks aangetast (17+6m landinwaarts) en er zullen enige maatwerk oplossingen nodig zijn. De kosten zullen dan ook vergelijkbaar zijn met het gekozen VKA.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd, omdat een oplossing in grond goed inpasbaar is.

## Landschappelijke criteria

- Bij een buitendijkse versterking ontstaat aan de binnenzijde een berm van ca. 10 meter lang. De kruin verschuift ca. 6 meter in buitendijkse richting. Daardoor wordt de gehele dijk opnieuw opgebouwd en heeft dit alternatief een landschappelijke impact. Vooral nog is het uitgangspunt dat er geen leeflaag toegepast wordt en de berm bloemrijk wordt ingericht (beheer bij WSRL).
- Bij het stabiliteitsschermbaan is er sprake van een kortere berm van ca. 5 meter. Overige waarden kunnen worden ingepast.
- Cultuurhistorie en archeologie: Geen effecten op historische waarden.

## Effecten

- Rivierkonde: opstuwung bij een buitendijkse versterking is naar verwachting gering (<1 mm) gezien de grote afstand tot de rivier. Bij een stabiliteitsschermbaan zijn er geen effecten.
- Natuur: De buitendijkse uiterwaard heeft een lage ecologische potentie vanwege het intensieve agrarisch gebruik. Een buitendijks alternatief leidt nauwelijks tot effecten. Ook bij het stabiliteitsschermbaan zijn geen effecten te verwachten.
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsschermbaan uit te breiden.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Grondeigendom: een buitendijkse versterking leidt tot ca. 5 meter extra ruimtebeslag op gronden van particulieren. Een stabiliteitsschermbaan is nagenoeg geheel realiseerbaar op gronden in eigendom van het waterschap.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Kabels en leidingen: geen bijzonderheden. De waterleiding is niet groot in diameter en goed inpasbaar in alle alternatieven.

- Duurzaamheid: meest duurzaam is het stabiliteitsschermbaan. Het buitenwaartse alternatief is minder duurzaam omdat er meer grondverzet nodig is.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Ontwikkelingen Dekker.

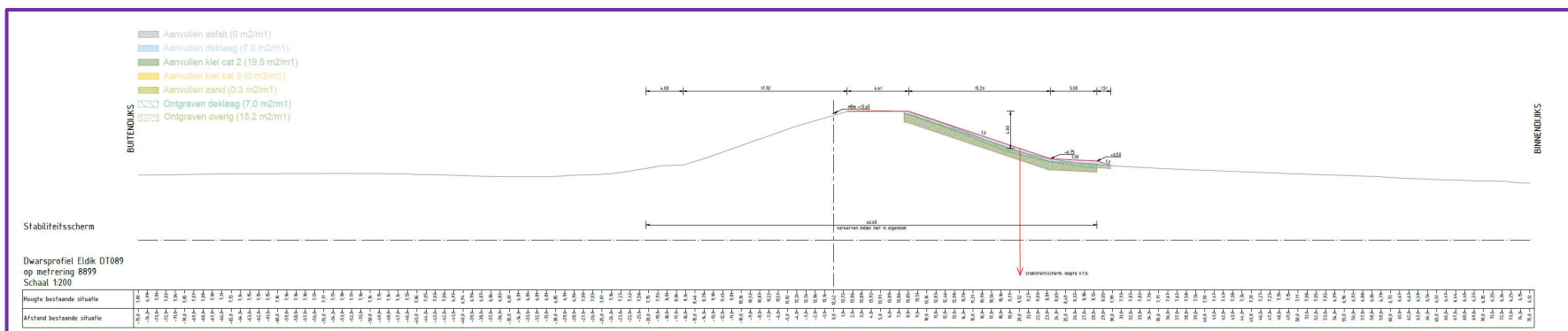
## Kosten

LCC kosten voor een oplossing in grond zijn lager dan voor een oplossing met een stabiliteitsschermbaan. Dit komt voornamelijk door de lengte en dikte van het benodigde schermbaan ter plaatse (15 meter damwand AZ38-700N). Dit weegt niet op tegen de langere berm en bijbehorende kosten voor grondverzet en vastgoed. Omdat er bij de oplossing in grond geen pipingmaatregel (heaveschermbaan) nodig is, is het verschil in kosten met het stabiliteitsschermbaan bij dit dijkvak groter dan bij andere dijkvakken.



## Schetsontwerp Stabiliteitsscherm

**Stabiliteitsscherm** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Er is enige verflauwing van het binnentalud nodig, vanwege overslagbestendigheid en beheerbaarheid. Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.



## Meetgegevens

Binnen dit ontwerpdocument vallen meerdere geovakken. De meetgegevens worden weergegeven per geovak in een aparte tabel.

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		20
	Van dijkpaal		DT085+025
	Tot dijkpaal		DT087+020
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	14,08
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	6,2
	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,9
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	3 - 5
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		zand en klei
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,65
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,80
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,3
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,5
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,55
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,80
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,4
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,6

<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostablieiteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	10
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	2,5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	15
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	van toepassing	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C		
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		ja
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		wiel opgevuld met klei, en zand, tot grote diep



<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		21
	Van dijkpaal		DT087+020
	Tot dijkpaal		DT089+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	13,91
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	6,7
	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,2
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	3 - 5
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, siltig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,65
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,80
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,3
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,4
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,55
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,80
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,3
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,4
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	17
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	9,5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud

	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	14
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	van toepassing
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	van toepassing
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		22
	Van dijkpaal		DT089+000
	Tot dijkpaal		DT091+075
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	13,92
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	7,3
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,6
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	3 - 5
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, siltig, klei zandig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,58
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,73
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,3
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,4
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,54
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,79
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,4
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,4
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	17
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	9,5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud

	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	15
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		hoge conusweerstand

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		23
	Van dijkpaal		DT091+075
	Tot dijkpaal		DT095+070
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	13,94
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	7,1
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,8
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	2 - 3
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei siltig in som
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,48
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,63
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,5
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,5
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,46
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,71
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	-0,5
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,5
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	17
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	9,5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud

Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12
<i>Piping:</i>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		hoge conusweerstand, heterogeen achterland

## Schetsontwerp Eldik DT097.



Locatie Eldik, dijkpaal DT097.

### Ontwerpopgave

- Loopt van DT095+050 tot DT101.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - Rechtstandig stuk dijk nabij Ochten op ruime afstand van de rivier.
  - Het is een uitlaagdijk in een traject waar diverse dijkdoorbraken hebben plaatsgevonden. Rond 1827 is een dijkverlegging uitgevoerd. De dijk is destijds door een vertakking van wielen en strangrelicten heen gelegd.
  - De rechtstand werd gebruikt als onderdeel van de Betuwelinie bij Ochten die hiermee een overzichtelijk en recht acces had.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort (10 l	Nee
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. De direct buitendijks gelegen strangen en begeleidende vegetatie vormen een leefgebied voor beschermde broedvogels (o.a. Aalscholvers, IJsvogel).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Er zijn weinig rivierkundige effecten te verwachten bij de buitenwaartse alternatieven.
- Kabels en leidingen
  - In de binnenkruin is een langsliggende datakabel aanwezig. Deze heeft geen impact op de alternatief-keuze.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Gronden binnendijks zijn vanaf de teen in particulier eigendom. Buitendijks is het oostelijk deel in eigendom van het waterschap.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen:

- Het water aan twee zijden van de dijk is een kwaliteit. Er is een verschillende betekenis van het water aan de binnen- en buitendijkse zijde van de dijk. Buitendijks zijn het rivierrestanten. Binnendijks zijn het wielen. De ruimte die tussen de twee wateren ligt, de dijk en de directe omgeving, vormen een kleine tussenwereld met fruitteelt aan de binnenzijde waarin landschappelijk weinig ruimte is voor een dominante dijk met grote stabiliteitsbermen.
- Archeologie
  - Geen bijzonderheden
- Cultuurhistorie
  - Wegens relatief recente dijkverlegging in een voormalige uiterwaard (verspoeld) zijn de waarden niet heel hoog. Lage verwachtingswaarde.

- De wielen zijn cultuurhistorisch waardevol. In het eind van de 20e eeuw is het wiel hier achter de dijk deels gedempd (net als verderop bij DT100 – DT101). Dit heeft geleid tot verlies van het karakter van deze wielen.
- De accesdijk is karakteristiek, alhoewel dit kenmerk niet herkenbaar is en moeilijk herkenbaar gemaakt kan worden. Dit is anders bij de rechtstand voor het hoornwerk Ochten (tussen DT101 en DT108) waar zo'n relatie beter te ontwikkelen valt.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **buitenwaarts met een maatgevend overslagdebiet van 0,1 l/s/m** heeft de voorkeur. Bij de buitenwaartse alternatieven is er geen effect op particuliere tuinen en woningen. Deze oplossing is het meest doelmatig, heeft de laagste impact met grondverwerving (grasland aan de buitenzijde versus binnenzijde waarbij een tuin geraakt wordt) en leidt niet tot een versnippering in verschillende type dijken. De rechtstandigheid van de dijk tussen DT088 en DT101 blijft zo goed mogelijk behouden. Bij dit alternatief wordt de huidige harde bekleding (dat einde levensduur is) op het buitentalud verwijderd en komt er een grasbekleding voor in de plaats.

	Alternatief	Voorkeur	LCC kosten */**
1	Binnenwaarts – met drainberm – huidige hoogte		-
2	Binnenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte		-
3	Buitenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte		-
4	Stabiliteitsscherm in de kruin – huidige hoogte		-
5	Verhoging 0,1 l/s/m binnenwaarts		-
6	Verhoging 0,1 l/s/m buitenwaarts	Voorkeurs-alternatief	100%
7	Verhoging 0,1 l/s/m binnenwaarts incl. inpassing		107%

8	10 l/s/m incl. inpassingen (combinatie alternatieven 1, 2 en 3)		162%
---	---	--	------

\* Alternatief 6 is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

\*\* T.b.v nadere heroverweging VKA zijn alleen de LCC kosten van de kansrijke alternatieven (opnieuw) geraamd.

## Beschouwde alternatieven

**Binnenwaarts – met drainberm – huidige hoogte:** Bij de huidige hoogte is het overslagdebiet circa 1-2 l/s/m. Omdat er dan gerekend wordt met een verzadigde dijk is een flauwer binnentalud van 1 op 3,5 nodig in combinatie met een drainagekoffer. Gezien de dunne deklaag is er een berm nodig om ruimte te maken voor de drainagekoffer. In dit alternatief is er een relatief groot ruimtebeslag aan de binnenzijde waardoor er inpassingsopgaven ontstaan. Een kans is dat de weg op de kruin niet opgepakt hoeft te worden; maar voor nu wordt aangehouden dat dit wel nodig is omdat deze kapot wordt gereden tijdens uitvoering en deels opgepakt moet worden voor goede aansluiting op de nieuwe bekleding binnentalud. De huidige harde bekleding op het buitentalud dat einde levensduur is wordt bij dit alternatief niet vervangen.

**Binnenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte:** De aanwezige zandscheg/zandkern wordt vervangen door klei, binnentalud wordt verflauwd en de huidige kruinhoogte wordt aangehouden. In dit geval is er geen drainberm nodig maar wel nog steeds een taludverflauwing. Hiermee is het ruimtebeslag dus iets kleiner. De aanwezige zandscheggen zijn over het algemeen dik waardoor er relatief veel van de dijk afgegraven dient te worden. Dit betekent dat ook de weg op de dijk moet worden opgepakt vanwege de grote ontgravingen onder de kruin. De huidige harde bekleding op het buitentalud dat einde levensduur is wordt bij dit alternatief niet vervangen.



**Buitenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte:** De aanwezige zandscheg/zandkern wordt bij dit alternatief vervangen door klei. Bij dit alternatief is er een flauwer binnentalud van 1 op 3,5 nodig en door het buitentalud 1:3 te maken is er geen harde bekleding meer nodig. Vanwege de as-verschuiving zal ook de weg moeten worden opgepakt.

**Stabiliteitsscherm in de kruin – huidige hoogte:** In dit alternatief wordt een stabiliteitsscherm (damwand met ankers) aangebracht nabij de binnenkruinlijn. Er zijn dan geen aanvullende grondwerkzaamheden nodig waardoor er geen extra ruimtebeslag is. De weg kan in dit geval niet behouden blijven omdat een deel van de kruin wordt afgegraven om de damwand met ankers te plaatsen en de weg op de kruin kapot wordt gereden tijdens de uitvoering. De huidige harde bekleding op het buitentalud dat einde levensduur is wordt bij dit alternatief niet vervangen.

**Verhoging 0,1 l/s/m binnenwaarts:** In dit alternatief wordt de kruin verhoogd (0,1 l/s/m in 2075) zodat er geen verzadiging van de dijk meer optreedt bij hoogwater situaties. Er is dan geen drainberm en geen verflauwing van het binnentalud meer nodig. Omdat de kruin wordt verhoogd is er aan de binnenzijde meer ruimtebeslag dan in de huidige situatie. De weg dient in dit geval opgepakt te worden vanwege de kruinverhoging. De huidige harde bekleding op het buitentalud dat einde levensduur is wordt bij dit alternatief niet vervangen.

**Met inpassing:**<sup>1</sup> op hoofdlijnen gelijk aan oorspronkelijk alternatief 5, één tuin wordt geraakt.

**Verhoging 0,1 l/s/m buitenwaarts:** In dit alternatief wordt het huidige binnentalud gehandhaafd, de kruin verhoogd en het buitentalud verflauwd tot 1 op 3, waardoor er geen harde bekleding meer nodig is en de kruin minder ver omhoog hoeft. Er treedt dan geen verzadiging van de dijk meer op bij hoogwater situaties. Er is dus geen drainberm en geen verflauwing van het binnentalud meer nodig.

Omdat het buitentalud iets flauwer wordt dan het huidige talud, is de benodigde kruinverhoging iets minder groot dan 'binnenwaarts 0,1 l/s/m'. Bij deze buitenwaartse oplossing is er aan de buitenzijde extra ruimtebeslag. De weg dient in dit geval opgepakt te worden vanwege de kruinverhoging.

**10 l/s/m inclusief inpassingen:** In dit alternatief wordt de huidige kruinhoogte gehandhaafd met inpassing van woningen en tuinen. Dit alternatief is een combinatie van de alternatieven 'Binnenwaarts – met drainberm – huidige hoogte', 'Binnenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte' en 'Buitenwaarts – zandscheg eruit – huidige hoogte'. De huidige harde bekleding op het buitentalud dat einde levensduur is wordt bij dit alternatief niet vervangen.

**Overige alternatieven:** Een stabiliteitsconstructie in de teen is op voorhand al afgefallen vanwege hogere kosten en geen significante mindere impact t.o.v. versterking in grond. Ook bij een stabiliteitsconstructie in de teen moet het binnentalud verflauwd worden en is er een klei-inkassing nodig. Een innovatieve oplossing is niet aan de orde omdat er zonder grote impact versterkt kan worden in grond.

---

<sup>1</sup> Dit detailniveau voor het kiezen van een voorkeursoplossing (versterkingstype) is enkel toegepast voor de deeltrajecten daar waar wordt afgeweken van het projectuitgangspunt van 10 l/s/m.

## Landschappelijke criteria

Zowel aan binnen- als aan buitenzijde is water aanwezig dat landschappelijke kwaliteiten geeft aan de dijk. Er is aan beide zijden slechts beperkt ruimte voor versterking van de dijk; landschappelijk is een dominantere dijk niet wenselijk. Een alternatief zonder een berm en steile taluds heeft landschappelijk een lichte voorkeur; dit past het beste bij het Ruimtelijke KwaliteitsKader (RKK) van het waterschap waarbij de dijk een duidelijk element is binnen het landschap. Een dijk met een maatgevend overslagdebiet van 0,1 l/s/m heeft dus een lichte voorkeur vanuit landschappelijke waarden.

## Archeologische en cultuurhistorische waarden

Er bevinden zich nauwelijks of geen archeologische waarden. Het water aan de twee zijden van de dijk is een kwaliteit (cultuurhistorische waarde). Een rechtstandige dijk zonder berm heeft daarom de voorkeur omdat daarmee het water aan beide zijden kan worden behouden.

## Effecten

- Rivierkunde: Er zijn weinig rivierkundige effecten te verwachten bij de buitenwaartse alternatieven. Uit de verkennende rivierkundige berekeningen voor het MER is gebleken dat dit deeltraject niet gevoelig is voor rivierkundige effecten. Er is gerekend met een buitenwaartse verschuiving van meer dan 25 m over vrijwel het hele traject Eldik en daarvan waren de effecten beperkt. De buitenwaartse verschuiving is bij alle alternatieven nu veel minder groot.
- Natuur: Er is bij een buitenwaarts alternatief sprake van beperkte effecten op het Natura2000 gebied in het voorland. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foeragegebied (o.a. voor ganzen). Dit moet mogelijk gecompenseerd worden.

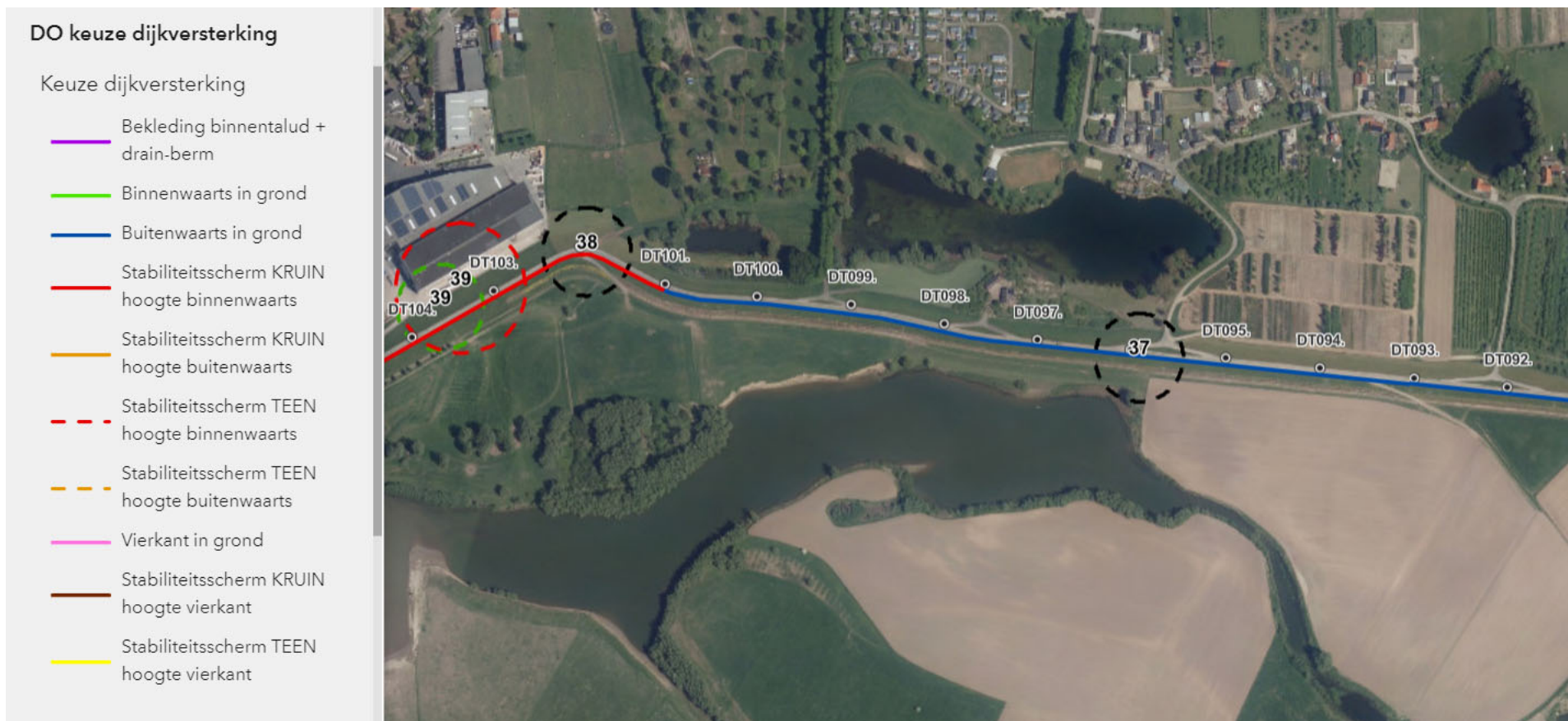
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsscherm uit te breiden. Buitenwaartse alternatieven zijn makkelijker uitbreidbaar dan binnenwaartse alternatieven in verband met grondeigendom.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Grondeigendom: De buitenwaartse werkzaamheden zijn over de helft van het dijktraject inpasbaar binnen het huidig grondeigendom van het waterschap. Om de impact op de boomgaard en het erf te ontzien hebben buitenwaartse varianten de voorkeur.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Kabels en leidingen: geen bijzonderheden.
- Duurzaamheid: meest duurzaam zijn de alternatieven in grond.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: complexere uitvoering bij variant 1.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Aangezien er met het VKA al is gecommuniceerd naar omwonenden dat er geen blijvend effect zal zijn voor de omwonenden heeft alternatief 6 (buitenwaarts 0,1 l/s/m) de voorkeur.

## Kosten

Alternatieven 2, 3 en 4 waren al eerder afgefallen vanwege te hoge kosten. Bij nadere heroverweging valt alternatief 8 eveneens af vanwege verschil in kosten met alternatief 6. De kosten voor alternatief 6 (100%) en 7 (107%) zijn vergelijkbaar en dus niet onderscheidend.

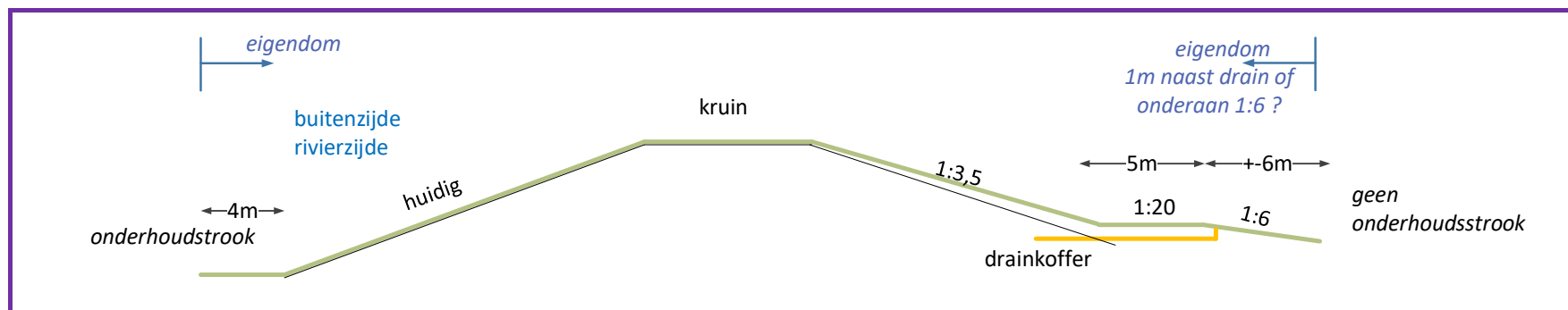


*Locatie schetsontwerp DT095+050 - DT101, harde bekleding over het hele dijktraject, direct achter de kering is over het hele traject een wiel aanwezig en in het voorland een strang.*

## Alternatieven in beeld

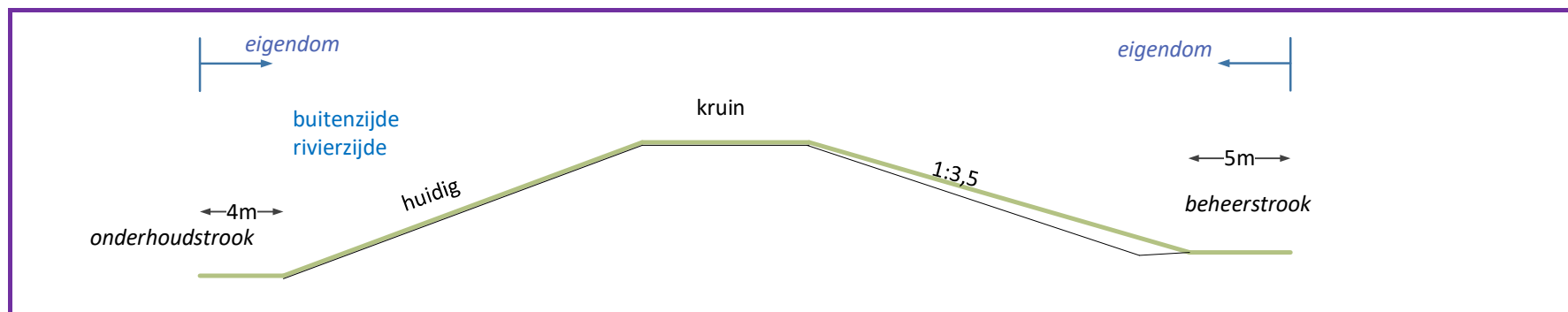
### Schetsontwerp: Binnenwaarts + drainberm

Bij de huidige hoogte is het overslagdebiet circa 1-2 l/s/m. Omdat er dan gerekend wordt met een verzadigde dijk is een flauwer binnentalud van 1 op 3,5 nodig in combinatie met een drainagekoffer. Gezien de dunne deklaag is er een berm nodig om ruimte te maken voor de drainagekoffer. In dit alternatief is er een relatief groot ruimtebeslag aan de binnenzijde waardoor er inpassingsopgaven ontstaan. Een kans is dat de weg op de kruin niet opgepakt hoeft te worden; voor nu wordt aangehouden dat dit wel nodig is omdat deze kapot wordt gereden tijdens uitvoering en deels opgepakt moet worden voor goede aansluiting op de nieuwe bekleding van het binnentalud.



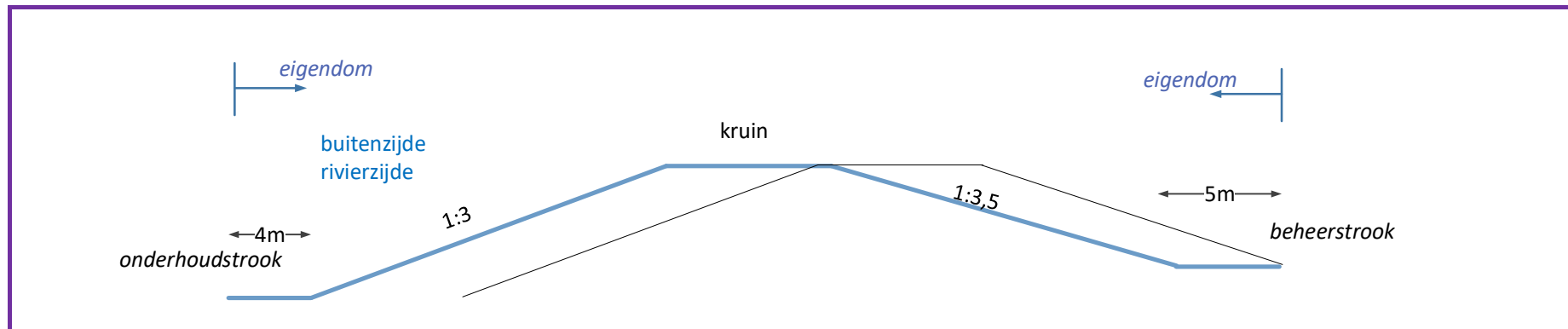
## Schetsontwerp: Binnenwaarts + zandscheg vervangen door klei

De aanwezige zandscheg/zandkern wordt vervangen door klei, binnentalud wordt verflauwd en de huidige kruinhoogte wordt aangehouden. In dit geval is er geen drainberm nodig maar wel nog steeds een taludverflauwing. De aanwezige zandscheggen zijn over het algemeen dik waardoor er relatief veel van de dijk afgegraven dient te worden. Dit betekent dat ook de weg moet worden opgepakt vanwege de grote ontgravingen onder de kruin.



## Schetsontwerp: Buitenwaarts versterken + zandscheg vervangen door klei

De aanwezige zandscheg/zandkern wordt bij dit alternatief ook vervangen door klei. Bij dit alternatief is er een flauwer binnentalud van 1 op 3,5 nodig en door het buitentalud 1:3 te maken is er geen harde bekleding meer nodig; bij de overige moet nieuwe harde bekleding worden aangebracht (hergebruik is niet mogelijk). Vanwege de as-verschuiving zal ook de weg moeten worden opgepakt.

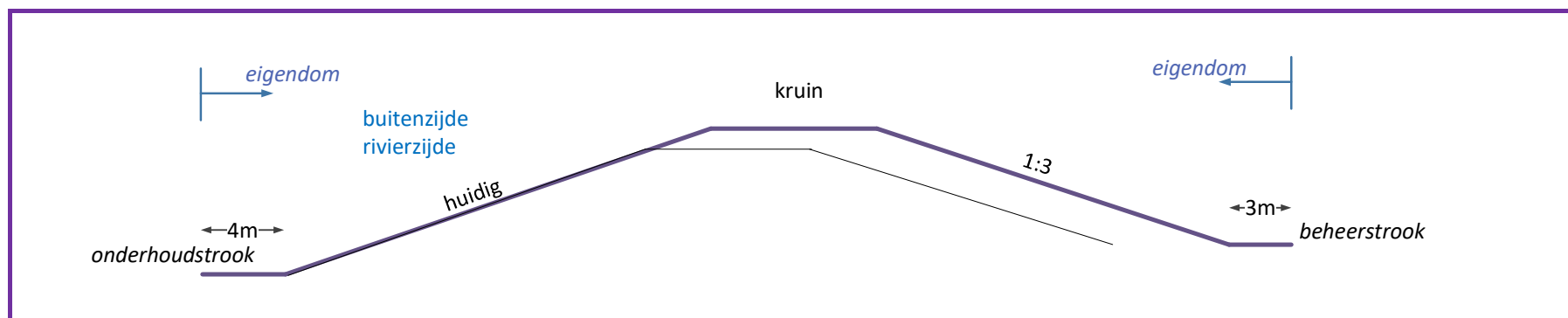


### Schetsontwerp: Stabiliteitsscherp in de kruin

In dit alternatief wordt een stabiliteitsscherp (damwand met ankers) aangebracht nabij de binnenkruin-lijn. Er zijn dan geen aanvullende grondwerkzaamheden nodig waardoor er geen extra ruimtebeslag is. De weg kan in dit geval niet behouden blijven omdat een deel van de kruin wordt afgegraven om de damwand met ankers te plaatsen en de weg op de kruin kapot wordt gereden tijdens de uitvoering.

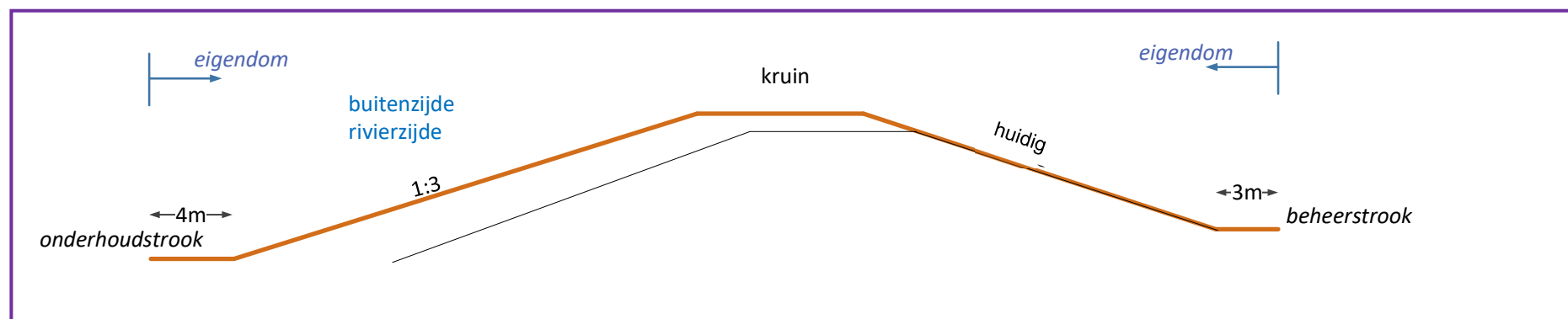
### Schetsontwerp: Binnenwaarts 0,1 l/s/m

In dit alternatief wordt de kruin verhoogd (0,1 l/s/m in 2075) zodat er geen verzadiging van de dijk meer optreedt bij hoogwater situaties. Er is dan geen drainberm en geen verflauwing van het binnentalud meer nodig. Omdat de kruin wordt verhoogd is er aan de binnenzijde meer ruimtebeslag dan in de huidige situatie. De weg dient in dit geval opgepakt te worden vanwege de kruinverhoging.



## Schetsontwerp: Buitenwaarts 0,1 l/s/m

In dit alternatief wordt de kruin verhoogd en het buitentalud verflauwd tot 1 op 3, waardoor er geen harde bekleding meer nodig is en de kruin minder ver omhoog hoeft. Er treedt dan geen verzadiging van de dijk meer op bij hoogwater situaties. Er is dus geen drainberm en geen verflauwing van het binnentalud meer nodig. Omdat het buitentalud iets flauwer wordt dan het huidige talud, is de benodigde kruinverhoging iets minder groot dan 'binnenwaarts 0,1 l/s/m'. Bij deze buitenwaartse oplossing is er aan de buitenzijde extra ruimtebeslag. Op dit dijk traject is geen harde bekleding meer nodig. De weg dient in dit geval opgepakt te worden vanwege de kruinverhoging.





## Meetgegevens

	Algemeen Locatie	Eenheid	
	Geovak		24
	Van dijkpaal		DT095+060
	Tot dijkpaal		DT101+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	13,95
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	8,0
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,0
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	0 - 2
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei, zandig, en zand
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,54
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,69
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,44
Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,69	
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	-
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	-
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		BIK
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12

	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		Ja
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		antropogeen, heterogeen door wielen

## Schetsontwerp Ochten DT101. t/m DT112.

Locatie Ochten, dijkpaal DT101.-DT112.



### Ontwerppogave

- Situatie beschrijving / afbakening
  - Dijk langs woonkernen, uitloopgebied en industrieterrein van Ochten.
  - De dijk is voor een gedeelte in gebruik bij zwaar vrachtverkeer naar het oostelijk gelegen bedrijventerrein.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0 tot 0,7m
Stabiliteit binnenwaarts	Ja, versterking is nodig
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja (gedeeltelijk)

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Buitendijks zijn 2 wielen aanwezig en een strang die waardevol zijn als foerageer- en broedgebied voor vogels (o.a. IJsvogel). Eveneens kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks liggen enkele grotere waterplassen die verbinding hebben met de Waal. Daar omheen liggen enkele kleinere waterpartijen.
- Kabels en leidingen
  - Binnendijks op de kruin van de dijk ligt een data kabel.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Binnendijks van dijkpaal DT107. Tot DT112 ligt langs de dijk een strook grond die in eigendom is van gemeente Neder Betuwe. De andere gronden, zowel binnendijks als buitendijks zijn in particuliere eigendom.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- Buitendijks laat DT112. een opvallende overgang in het dijktaalud zien. Westelijk daarvan is het een dijk met hard talud en een wandelpad in de berm. Oostelijk ervan is het een groen glooiend talud.
- De dijk laat met slingering en rechtstand functies zien van de Betuwelinie. Buitendijk zijn ook relictten hiervan zichtbaar in een plas en in enkele hoogteverschillen. Deze maken van de plek een potentieel bijzonder stukje dijklandschap.
- Binnendijks zijn nauwelijks relictten van de Betuwelinie meer zichtbaar. Wel zijn er binnendijks nog in de percelering enkele sporen te vinden. Potentieel kan hier meer zichtbaar worden gemaakt van deze cultuurhistorie.

- Binnendijks is de rand van Ochten zichtbaar met nog enkele groene percelen tussen achterkanten van woningen en dijk. Deze grillige strook met weilandjes bevat plaatselijk waardevolle bomen. Hier loopt een wandelpad door heen.
- In de oostelijke helft van dit traject ligt een bedrijventerrein met o.a. opslag van recyclingmaterialen. Dit terrein biedt een harde industriële aanblik vanaf de dijk die afwijkt van de Betuwebeleving die elders binnendijks te zien valt.
- Archeologie: Ter hoogte van dijkpaal DT107. liggen binnendijks en buitendijks militaire werken (Grebbelinie en Tachtigjarige Oorlog) met zeer hoge verwachting. Bij dijkpaal DT110. liggen binnendijks ook militaire werken (Grebbelinie en Tachtigjarige Oorlog) met zeer hoge verwachting.
- Cultuurhistorie
  - Ter hoogte van dijkpaal DT108. ligt buitendijks een oude wiel. De strang ten zuiden van dit wiel is tevens een oude strang.
  - Bij dijkpaal DT106. Zijn enkele verdwenen dijkmagazijnen. Binnendijks ligt hier ook haaks op het dijklichaam een (voormalige) Betuwe linie.
  - Ter hoogte van dijkpaal DT110. Liggen restanten van een redoute. Buitendijks ten zuiden van deze redoute ligt een andere redoute.
  - Bij dijkpaal DT112 loopt buitendijks een oude kade door de uiterwaard. Deze kade heet de oude veerweg en komt bij DT073. weer bij de dijk.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat er met deze dijkversterking waarden minimaal worden aangetast en we de linie kunnen accentueren (in lijn met RKK). Bij een buitenwaartse versterking in grond worden natuurwaarden (strang, wilgen en wiel) en archeologisch en cultuurhistorische waarden (militaire werken, de linie) ernstig aangetast door kap, demping en een historisch incorrecte en asymmetrische dijk.

Daarbij heeft een buitenwaartse oplossing in grond een niet verwaarloosbaar rivierkundig effect (verplaatsing naar buiten van 15m in een stroomvoerende strang) waarmee ook het draagvlak bij RWS onder druk staat. De kosten voor mitigatie van dit effect zijn nog niet in onderstaande vergelijking meegenomen. De kosten voor een buitenwaartse versterking zullen dan ook aanzienlijk hoger zijn dan nu geraamd.

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts	Voorkeursalternatief	136%
Buitenwaarts in grond	-	100%
Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts	Op een gedeelte	149%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij deze oplossing ligt in principe de buitenteen vast, echter er zijn verschillende inpassingopgaven waar het mogelijk nodig is om de hoogte alsnog buitenwaarts op te lossen. Bij DT109. en DT105. t/m DT101. is dit mogelijk het geval. Al moet hier ook gekeken worden of de wilgen behouden kunnen blijven. Bij DT107. is dit zeker het geval. Hier staan drie huizen vlak tegen de kruin aan, op deze locatie hoort bebouwing bij de cultuurhistorie van de militaire werken. Om deze huizen in te passen moet het stabiliteitsscherm in de kruin geplaatst worden en moet de hoogte buitenwaarts in grond opgelost worden. Door buitenwaarts te gaan kan de rechtstand, dat ook onderdeel is van het militaire werk, versterkt worden. Inpassing van een 4m brede beheerstrook binnendijks onderlangs is voor een deel niet mogelijk.

## Beschouwde alternatieven

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde (die eveneens als pipingmaatregel dient). De hoogteopgave wordt ingevuld door een kruinverhoging binnenwaarts. Bij dit alternatief zijn er geen effecten op de waarden buitendijks. Het huidige buitentalud blijft gehandhaafd. Nadeel is dat de waterkering lastig uitbreidbaarheid is en binnenwaarts mogelijk bomen moeten wijken en grond aangekocht moet worden waardoor percelen kleiner worden.

**Buitenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de buitenzijde, naar de rivier toe. De hoogteopgave wordt aan de buitendijkse zijde opgelost. Voor piping is een verticale pipingmaatregel onder de binnenteen voorzien. Dit alternatief heeft als voordeel dat de dijkversterking in grond in de toekomst uitbreidbaar is en het is een voortzetting van de historische dijkversterking. Nadeel van dit alternatief is mogelijk een groot rivierkundig effect, aantasting buitendijkse waarden (strang, wilgen en wiel), en aantasting archeologisch en cultuurhistorische waarden (militaire werken) en dat er een binnenberm ontstaat ten opzichte van de huidige situatie.

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts in grond** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde (die eveneens als pipingmaatregel dient). De hoogteopgave wordt ingevuld door een kruinverhoging buitenwaarts. Bij dit alternatief zijn er geen effecten op de waarden binnendijks en buitendijks. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Nadeel is dat de waterkering lastig uitbreidbaarheid is.

**Binnenwaarts in grond** is niet nader beschouwd, omdat dit een direct groot effect heeft op de aanwezige bebouwing en het bedrijfsterrein.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd, omdat dit zowel qua benodigde sterkte in combinatie met een pipingmaatregel geen reële optie is.

## Landschappelijke criteria

- Cultuurhistorie en archeologie: De alternatieven met een stabiliteitsscherm hebben een beperkte impact op cultuurhistorische en archeologische waarden. Bij stabiliteitsscherm en hoogte binnenwaarts in grond zijn er geringe effecten binnendijks. Een aanpassing is wenselijk bij de woningen die hoog aan de dijk staan bij DT107. Hier is een buitenwaartse hoogteoplossing plaatselijk gewenst. Hiermee ontstaat een iets andere alignement van de dijk. Een sterkere rechtstand is mogelijk, die overeenkomst met de historische rechtstand die hier samenhangt met het hoornwerk en het schootsveld over de dijk.
- Een stabiliteitsscherm met hoogte buitenwaarts brengt de teen van de dijk dicht bij het wiel. Dit lijkt inpasbaar en geldt voor een deel van het beschouwde stuk dijk.
- Een buitendijkse versterking in grond raakt de dijk, de historische Betuwelinie en het wiel, waardoor dit leidt tot een sterk negatief effect. Dit geldt voor een deel van het beschouwde stuk dijk.
- Bij een buitendijkse versterking in grond ontstaat aan de binnenzijde een berm van ca. 8 meter lang dat bloemrijk wordt ingericht. Hierdoor ontstaat enige afstand tussen de woningen aan de dijk en de kruin van de dijk. Hetgeen negatief gewaardeerd wordt. Dit effect is niet aanwezig bij toepassing van een stabiliteitsscherm.
- Bij DT 106. En DT107. is er een meekoppelkans om delen van het hoornwerk te herstellen. Deze worden niet verstoord door de oplossingen met een stabiliteitsscherm. Een dergelijk scherm kan zelfs positief uitpakken om enige vergravingen rond de dijk uit te voeren, zonder veiligheidsrisico's. Het VKA maakt de kans voor meekoppelen groter en (als er niet meegekoppeld wordt) sluit toekomstig herstel van het hoornwerk niet uit.

## Effecten

- Rivierkunde: Uitbreiding buitendijks (ca. 15 meter verschuiving van de buitenteen) lijkt weinig kansrijk gezien de relatief korte afstand tot de Waal en de functie van de stroomvoerende strang. De andere twee alternatieven hebben geen of zeer gering effect.
- Natuur: Het buitenwaarts alternatief in grond leidt tot effecten op het wiel en mogelijk ook de strang, hetgeen negatief gewaardeerd wordt vanwege de functie als foerageer- en broedgebied voor vogels (N2000). Effecten bij toepassing van een stabiliteitsschermbepert.
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsschermbreiden.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Grondeigendom: De alternatieven met stabiliteitsschermbreiden zijn grotendeels te realiseren op gronden van het waterschap. Een buitenwaartse versterking in grond leidt tot enkele meters extra ruimtebeslag (aankoop) op gronden van particulieren ten opzichte van het stabiliteitsschermbreiden.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Kabels en leidingen: geen bijzonderheden.
- Duurzaamheid: Meest duurzaam is het stabiliteitsschermbreiden. Het buitenwaartse alternatief is minder duurzaam omdat er meer grondverzet nodig is en er ook bij dit alternatief nog een pipingschermbreiden is voorzien voor een deel van het traject.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: schade huizen tijdens inbrengen constructie. Constructie moet vlak langs de huizen worden ingebracht.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

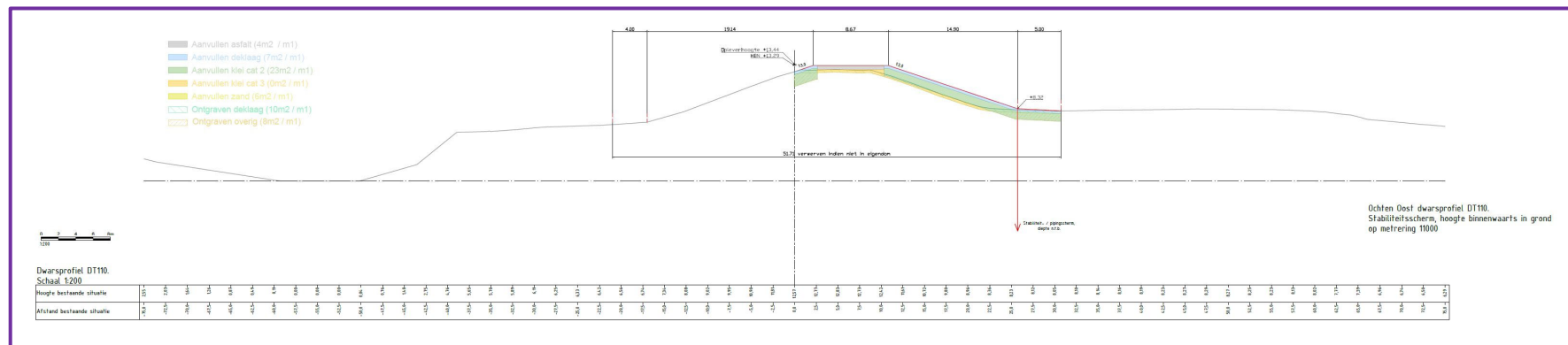
## Kosten

LCC kosten voor een buitenwaartse versterking in grond zijn het laagst, echter zijn hier de kosten voor rivierkundige compensatie nog niet in mee genomen. De LCC kosten voor beide alternatieven met stabiliteitsschermbreiden ontlopen elkaar niet heel veel. De bouwkosten om de hoogte buitenwaarts op te lossen zijn hoger dan de toename in vastgoedkosten voor het binnenwaarts oplossen van de hoogteopgave.

## Alternatieven in beeld

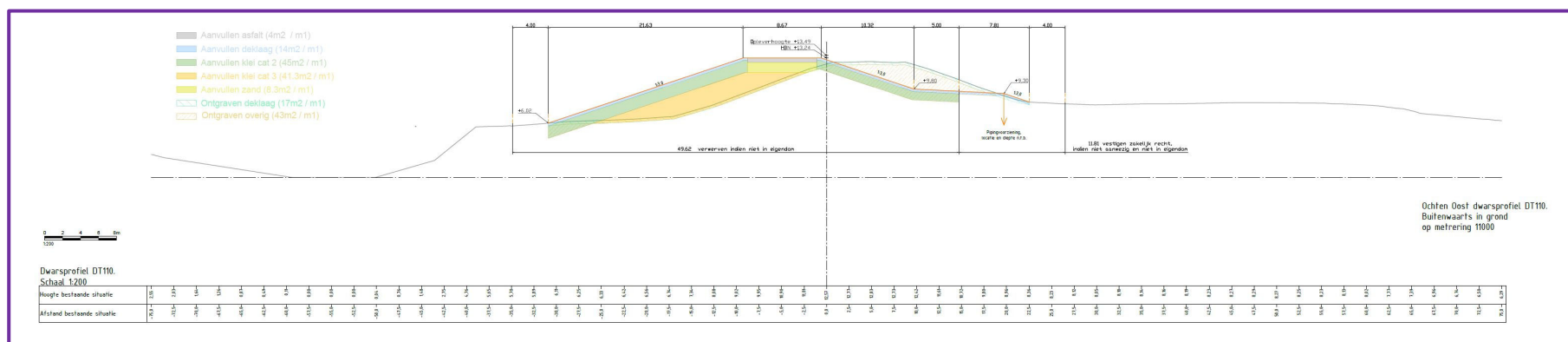
### Schetsontwerp Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts** is een alternatief, waardoor het huidige profiel grotendeels gehandhaafd blijft. Dit betreft een verankerde stalen damwand in de binnenberm. Alleen vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan binnendijkse zijde plaats. Met dit alternatief wordt het buitentalud gehandhaafd en worden buitendijkse waarden bespaard.



## Schetsontwerp Buitenwaarts in grond

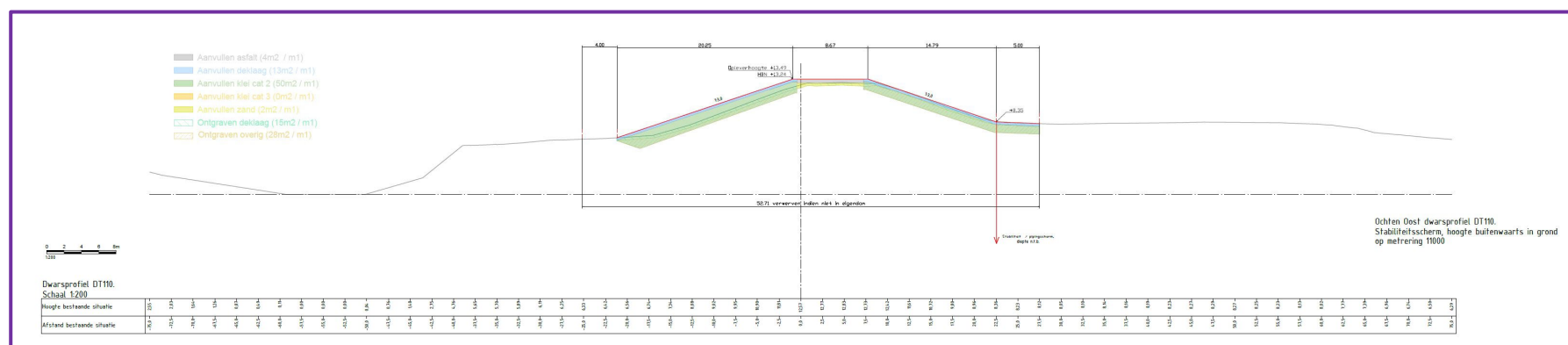
**Buitenwaarts in grond** betekent een verbreding van de dijk in buitenwaartse richting, met een binnenberm en verschuiving van de kruin. Met dit alternatief, worden binnendijkse waarden gespaard.





## Schetsontwerp Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts** is een alternatief, waardoor het huidige profiel grotendeels gehandhaafd blijft. Dit betreft een verankerde stalen damwand in de binnenberm. Alleen vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan buitendijkse zijde plaats. Met dit alternatief, worden binnendijkse waarden gespaard maar wordt voor het inbrengen van het stabiliteitsscherm wel aan de binnenkant gewerkt.

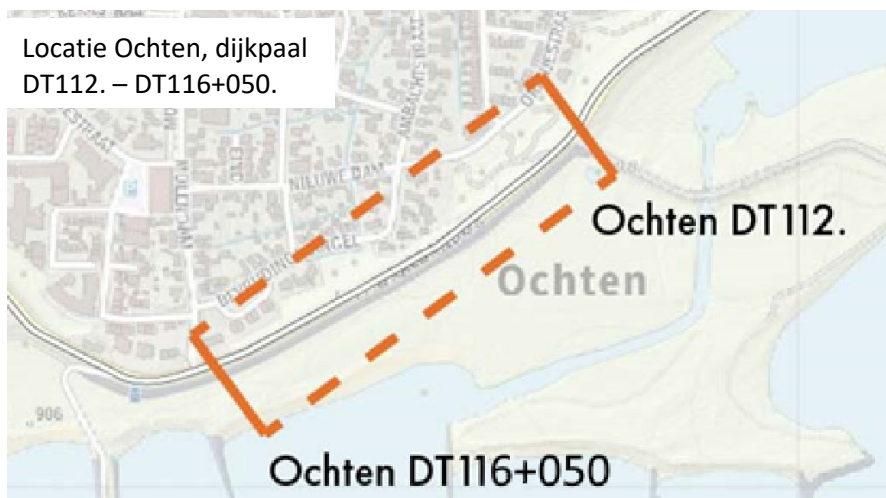


## Meetgegevens

	Algemeen Locatie	Eenheid	
	Geovak		25
	Van dijkpaal		DT102+000
	Tot dijkpaal		DT109+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	13,42
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	6,8
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,6
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	5 - 6
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei humeus, klei siltig en veen
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,46
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,61
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,5
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,1
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,37
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,62
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,5
Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	-0,1	
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	20

Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	12,5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		BIT
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	15
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		DT102 - DT105
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		hoge conusweerstand

## SO Ochten DT112. t/m DT116+050.



### Ontwerpopgave

- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Ochten is het meest dorpsse, intensief bebouwde stukje aan de Waalbanddijk van Neder-Betuwe. Deze dorpskern ligt bovendien op een geprononceerde schaaldijk, met een steil talud vlak bij de Waal. Er is een fraai zicht mogelijk over de Waal en er is enige horeca en dagrecreatie.
  - De dijk ter plaatse van het dorp is in gebruik bij zwaar vrachtverkeer naar het oostelijk gelegen bedrijventerrein.
  - Op het buitentalud is een harde bekleding aanwezig in de vorm van grasbetontegels.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,5 tot 0,6 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja, versterking is nodig
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks liggen enkele, grotere waterplassen die verbinding hebben met de Waal. Daar omheen liggen enkele kleinere waterpartijen.
- Kabels en leidingen
  - Rondom de kruin van de dijk liggen een spannings- en een datakabel.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Buitendijkse grond is in particuliere eigendom.
  - Binnendijks liggen van DT112. tot DT114. en van DT115. tot DT116. percelen die in eigendom zijn van gemeente Neder Betuwe. De andere gronden zijn in particuliere eigendom.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapkenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- De dijk omsluit de bebouwing van Ochten die grotendeels met achterkanten naar de dijk zichtbaar is. Uitzondering zijn de appartementen die met uitzicht naar dijk en rivier zijn gericht.

- Tussen de bebouwing en de dijk liggen twee openbare groene ruimtes met o.a. een speeltuin en een wandelpad. De gehele dorpsrand oogt rommelig, door de verscheidenheid aan gebouwen, oriëntaties, en invulling van groene ruimtes. De groene ruimtes, waaronder de speeltuin dragen waarschijnlijk sterk bij aan wooncomfort voor aanwonenden.
- Buitendijks is de schaaldijk verhard en ligt er een wandelpad in de (verharde) teen van de dijk.
- Er staan enkele boomgroepen van enkele decennia die een respectabele afmeting beginnen te krijgen en die nog veel groter zullen worden.
- Archeologie
  - Langs het hele traject van DT112. tot en met DT116+050. liggen binnendijks gronden met zeer hoge verwachting. Dit gaat om (Middeleeuwse) dorpskernen/historische locatie en oude woongrond.
- Cultuurhistorie
  - Ter hoogte van dijkpaal DT117. ligt binnendijks een verdwenen kerk. Hier liggen ook meerdere verdwenen dijkmagazijnen.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat er met deze dijkversterking geen rivierkundig effect is en het wandelpad halverwege het buitentalud gehandhaafd blijft. Echter het kan zijn dat de versterking bij het dorpsfront aanleiding geeft om hier voor een stabiliteitsscherm te kiezen waarbij de hoogte buitenwaarts in grond wordt opgelost. Een overweging hierin kan zijn dat de gehele dijk rondom het dorp, daar waar een harde bekleding op het buitentalud aanwezig is, dezelfde vorm en uitstraling krijgt. Een binnenwaartse versterking in grond wordt als niet haalbaar geacht omdat dit een groot effect heeft op binnendijkse waarden.

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts	Voorkeursalternatief	100%
Binnenwaarts in grond	-	103%
Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts	Optioneel	110%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit VKA leggen we nog geen van de tenen vast omdat er nog gekozen moet worden waar het stabiliteitsscherm komt (teen of kruin) en of de hoogteopgave buitenwaarts, binnenwaarts of een combinatie hiervan het beste opgelost kan worden i.v.m. woningen, rivierkundig effect en impact op cultuurhistorie.

Ter hoogte van DT114+050m past de hoogte binnenwaarts oplossen i.i.g. niet zonder aanzienlijke impact op de woningen. Hier ligt dan ook een inpassingopgave: bijvoorbeeld grondkerende muur (het stabiliteitsscherm zichtbaar en bekleed met baksteen) met beplanting er tegen aan. Het risico bestaat dat de panden beschadigd raken tijdens het inbrengen van de constructie. Inpassing van een 4m brede beheerstrook binnendijks onderlangs is waarschijnlijk niet mogelijk.

## Beschouwde alternatieven

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde (die eveneens als pipingmaatregel dient). De hoogteopgave wordt ingevuld door een kruinverhoging binnenwaarts. Bij dit alternatief zijn er geen effecten op de waarden buitendijks en enige effecten op de waarden binnendijks. Het huidige buitentalud blijft gehandhaafd. Nadeel is dat de waterkering lastig uitbreidbaarheid is en maatwerk nodig is bij DT114.+50m.

**Binnenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreeding naar de binnenzijde, naar het dorp toe. De hoogteopgave wordt aan de binnendijkse zijde opgelost. Voor piping is een verticale pipingmaatregel onder de binnentoevoorzien. Dit alternatief is beschouwd omdat er al een verhoogt maaiveld is en in de toekomst goed uitbreidbaar is. Groot nadeel is echter dat enkele woningen, tuinen en veel bomen moeten wijken, en er een binnenberm ontstaat dat de dijk en het landschap uit elkaar trekken.

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts in grond** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde (die eveneens als pipingmaatregel dient). De hoogteopgave wordt ingevuld door een kruinverhoging buitenwaarts. Het buitentalud wordt aangepast met een talud van 1op2,5 om rivierkundig effect te beperken. Bij dit alternatief zijn er geen effecten op de waarden binnendijks en buitendijks. Nadeel is dat de waterkering lastig uitbreidbaar is en het bestaande wandelpad verplaatst moet worden naar onderaan de dijk.

**Buitenwaarts in grond** is niet nader beschouwd, omdat dit een groot rivierkundig effect heeft en daarmee niet vergunbaar is.

**Binnenwaarts in grond** is niet nader beschouwd, omdat dit een direct groot effect heeft op de aanwezige bebouwing (o.a. slopen woning) en waarden voor het dorp.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd omdat er een stabiliteits- en pipingopgave is waarvoor geen (kansrijke) innovatieve oplossing voorhanden is.

## Landschappelijke criteria

- Bij een stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts zijn er enige effecten op de rand van tuinen zoals bij DT114.. Er ontstaat mogelijk een harde rand met grondkerend muurtje langs het talud of het talud neemt enkele meters van de tuin in beslag. Bij de notenbomen DT115. kan mogelijk enige schade (iig wortelschade) aan notenbomen ontstaan. Los van deze lokale inpassingsopgave, blijft het beeld van de dijk in het landschap vergelijkbaar met de huidige situatie. Het buitentalud blijft intact.
- Bij een binnendijkse versterking ontstaat aan de binnenzijde een berm van ca. 13 meter lang, die overlapt met bebouwing (woonhuis Bevrijdingssingel 10, woonhuis Ambachtstraat 35 en de grote schuur bij Ambachtstraat 31). Eveneens worden tuinen (o.a. bij de woningen Waalzicht) en bomen in dit alternatief fors geraakt door de nieuwe berm die toch aanzienlijk hoger moet worden dan het huidige verhoogde land.
- Bij een constructie hoogte buitenwaarts, verandert het buitentalud en verdwijnt het wandelpad op het buitentalud en wordt het talud een 1op2,5 talud, beide om het negatieve rivierkundig effect te beperken.
- Vooralnog is het uitgangspunt dat er geen leeflaag toegepast wordt en de berm bloemrijk wordt ingericht (beheer bij WSRL).
- Bij het stabiliteitsscherm is er geen sprake van een berm.
- Cultuurhistorie en archeologie: de alternatieven met een stabiliteitsscherm hebben een beperkte impact op cultuurhistorische en archeologische waarden. Een binnendijkse versterking in grond raakt de zone met hoge archeologische waarden. Omdat voornamelijk grond wordt opgebracht en niet wordt vergraven is het effect echter beperkt.

## Effecten

- Rivierkunde: Uitbreiding buitendijks met stabiliteitsscherm leidt tot een verschuiving van de teen met ca. 4 meter. Dit lijkt weinig kansrijk gezien de zeer korte afstand tot de Waal. De binnenwaartse alternatieven hebben geen effect.
- Natuur: Alle alternatieven hebben een zeer beperkt effect op natuurwaarden. De maatregelen vinden hoofdzakelijk aan binnendijkse zijde plaats, waar de natuurpotentie laag is.
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsscherm uit te breiden.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen. Bij een binnenwaartse versterking neemt de breedte van de berm toe en dus ook het te beheren areaal.
- Grondeigendom: De alternatieven met stabiliteitsscherm zijn grotendeels te realiseren op gronden van het waterschap. Een binnenwaartse versterking in grond leidt tot ca. 10-15m extra ruimtebeslag (vooral vestigen zakelijk recht) op gronden van particulieren ten opzichte van het stabiliteitsscherm.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Kabels en leidingen: geen bijzonderheden.
- Duurzaamheid: Meest duurzaam is het stabiliteitsscherm. Het buitenwaartse alternatief is minder duurzaam omdat er meer grondverzet nodig is en er ook bij dit alternatief nog een pipingscherm (stalen damwand) voorzien is.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.

- Uitvoerbaarheid: inpassing van een scherm (piping en/of stabiliteit) dicht bij woningen is een aandachtspunt. Bij toepassing van een scherm aan de onderkant van het dijktaalud worden vooralsnog geen complicaties verwacht. Toepassing van een scherm in de berm bij een binnenwaartse versterking in grond kan mogelijk wel tot uitvoeringsrisico's leiden.
- Specifieke projectrisico's: schade aan huizen tijdens inbrengen constructie.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

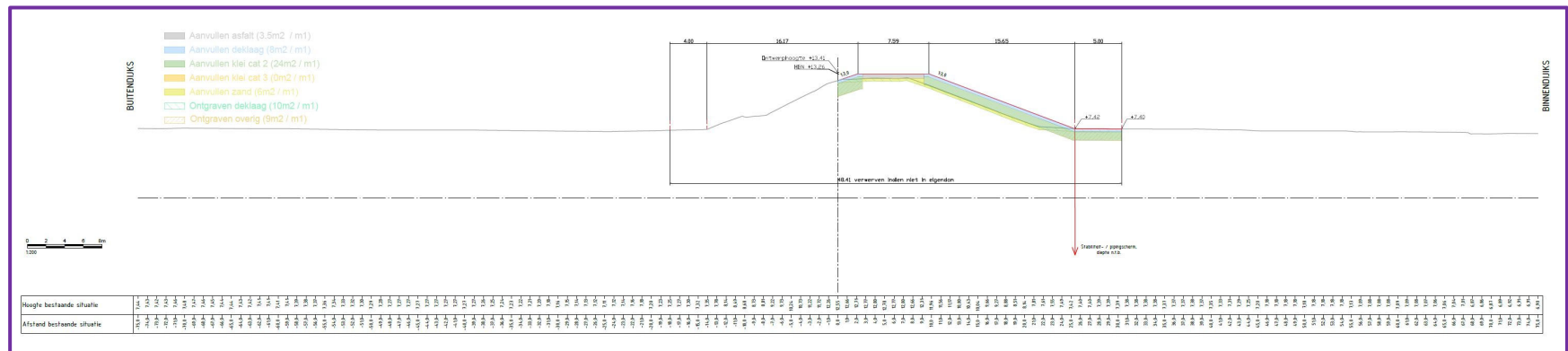
## Kosten

LCC kosten voor de alternatieven zijn vergelijkbaar. Vanwege vastgoedkosten is een alternatief in grond in dit geval niet goedkoper dan een alternatief met een stabiliteitsscherm. De kosten voor het alternatief in grond zullen mogelijk nog hoger uitpakken omdat er nu in de raming gerekend is met het opkopen van halve percelen daar waar opkopen van hele percelen mogelijk vereist is. Kosten voor het oppakken van het verharde buitentalud bij het alternatief stabiliteitsscherm met hoogte buitenwaarts zijn vergelijkbaar met de vastgoedkosten voor het alternatief stabiliteitsscherm met hoogte binnenwaarts.

# Alternatieven in beeld

## Schetsontwerp Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts

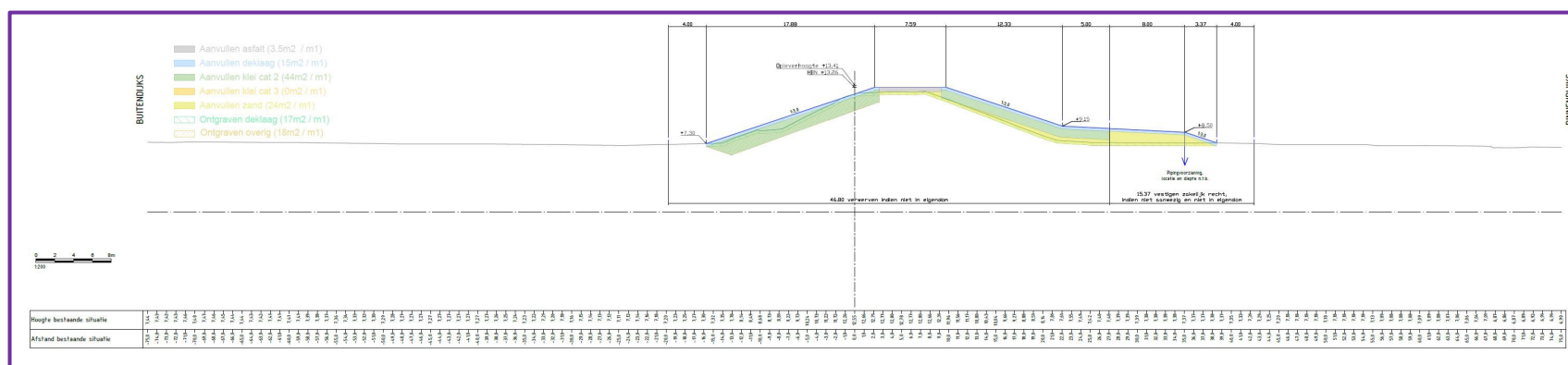
**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts** is een alternatief, waardoor het huidige profiel grotendeels gehandhaafd blijft. Dit betreft een verankerde stalen damwand in de binnenberm. Alleen vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan binnendijkse zijde plaats. Met dit alternatief wordt het buitentalud gehandhaafd en worden buitendijkse waarden bespaard.





## Schetsontwerp Binnenwaarts in grond

*Binnenwaarts in grond* betekent een verbreding van de dijk in binnenwaartse richting met een langere berm en enige verschuiving van de kruin. Met dit alternatief, worden buitendijkse waarden gespaard.





## Meetgegevens

Algemeen		Locatie	Eenheid
		Geovak	27
		Van dijkpaal	DT113+025
		Tot dijkpaal	DT117+000
<i>Kenmerken dijk</i>		Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP 12,81
		Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP 6,5
		Kerende hoogte huidige dijk	m 6,3
<i>Kenmerken ondergrond</i>		Deklaagdikte achterland	m 0 - 2
		Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland	klei zandig, klei siltig
<i>Hoogte</i>		<b>Binnenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,26
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 13,41
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,6
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,5
		<b>Buitenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,20
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 13,45
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,6
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,6	
<i>Bouwstenen</i>		<u>Macrostabiliteit:</u>	
		Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m 13

Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	5,5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	13
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		heterogene deklaag achterland

## Schetsontwerp Ochten dorpsfront DT118.



Locatie Ochten, dijkpaal DT118.

### Ontwerpogave Ochten

- Loopt van DT116+050 tot DT120+050.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Ochten is het meest dorpsse, intensief bebouwde stukje aan de Waalbanddijk van Neder-Betuwe. Deze dorpskern ligt bovendien op een geprononceerde schaaldijk, met een steil talud vlak bij de Waal. Er is een fraai zicht mogelijk over de Waal en er is enige horeca en dagrecreatie.
  - De Waaldijk kan hier eigenlijk geen kant op vanwege de nabije rivier (opstuwing) en de bebouwing. Het buitentalud is nu deels 1:2 met een vlakke beloopbare berm erin.
  - De dijk ter plaatse van het dorp is in gebruik bij zwaar vrachtverkeer naar het oostelijk gelegen bedrijventerrein.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,4 tot 0,7 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks gebied is Natura 2000 gebied, met verder weinig specifieke natuurwaarden (soorten).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Schaaldijk, afstand tot de rivier is zeer kort. Buitenwaartse maatregelen leiden tot rivierkundige effecten.
- Kabels en leidingen
  - Rondom de kruin van de dijk liggen een spannings- en een datakabel. Deze hebben geen impact op de alternatief-keuze. Ter hoogte van DT119. kruisen waterleidingen en een druk rioolleiding de dijk. Deze kruising dient zorgvuldig te worden ingepast in het ontwerp.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Binnendijkse woningen doorsnijden het binnentalud waarbij de kruin is aangevuld tot aan de woningen, een enkele woning staat op de kruin.
  - Buitendijks gebied is hoofdzakelijk in eigendom van het waterschap. Het binnendijks gebied is in eigendom van particulieren en de gemeente (plantsoen in het westen).
  - Afrit naar parkeerplaatsen op de krib. Deze afrit vervalt mogelijk, conform ambtelijk overleg met betrokkenen in het project Veerhaven Ochten. De uiterwaard krijgt wel een recreatieve inrichting maar dan zonder autotoegang tot de krib.
  - Flexibele kering is als oplossingsrichting aangedragen door aanwonenden vanaf de dijk.
  - Gastvrije Waaldijk: Uitzichtpunt creëren en dorpsboulevard gewenst met ruimte voor langzaam verkeer. Tevens is er sprake van voorkeuren t.a.v. materialisatie.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- Uitzicht over de Waal, vanuit binnendijks gelegen bebouwing.
- Voorkant van het dorp naar de Waal is een kwaliteit. Komt weinig voor in dit traject > dit levert extra gebruikswaarde voor de Waaldijk op.
- Mogelijkheid om naar de Waal toe te gaan.
- Archeologie
  - Binnendijks en delen van de kruin: Oude woongrond - zeer hoge verwachting, Buitendijks, aan de westzijde: Stroomgordel, oudste fase - hoge verwachting voor Romeinse tijd – Middeleeuwen.
- Cultuurhistorie
  - De ligging van het dorp aan de Waal is karakteristiek. Schaardijk helpt om de relatie tussen bewoonde wereld en de 'wilde Waal' te vertellen.
  - Cultuurhistorische waardevolle bebouwing staat hier niet meer in het front. Die is grotendeels gesneuveld in WO2.
  - Waardevolle plekken in de uiterwaard: de veerdam, een krib met een oude veerstoep; de veerhaven die functieloos werd na aanleg van de Willem Alexander brug.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Een versterking in grond binnenwaarts en buitenwaarts vallen op voorhand al af vanwege effecten op de dorpskern van Ochten en de korte afstand tot de rivier. Voor het dorpsfront is een **stabiliteitsscherm** het voorkeursalternatief, waarbij er wel nog verschillende varianten mogelijk zijn.

Variant	Voorkeur	Investeringskosten*
Diepwand, kruin buitenzijde met muur	Ntb	161%
Stabiliteits- / pipingscherm kruin binnenzijde met muur	Ntb	106%
Stabiliteits- / pipingscherm kruin binnenzijde, hoogte buitenwaarts in grond	Ntb	100%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Geheel demontabele en flexibele wanden worden hier in principe niet toegepast. Conform het beleid van het waterschap Rivierenland is dit een optie als sprake is van grote maatschappelijke belangen (zoals grote cultuurhistorische en economische waarden) die door de dijkversterkingen worden geschaad. Dit is bij Ochten niet aan de orde. De verhoging in muurtje of grond van ca. 40-60 cm (geen 70cm, omdat bij een muur geen sprake is van zettingen) is inpasbaar, maar leidt wel plaatselijk tot een negatief effect op de belevingswaarde. Zie bijlage A voor nadere onderbouwing.

Er is een argumentatie-lijn voor de oplossing met een ruwte element waarbij we de verhoging van de kruin minimaliseren. Zie ook bijlage B. De afweging of dit inderdaad de oplossing wordt voor Dorpsfront Ochten is onderdeel van de planuitwerking en zal door een bestuurlijk besluit en in gesprek met de omgeving genomen worden.

## Beschouwde alternatieven

**Diepwand, kruin buitenzijde met muur** is kansrijk. De hoogteopgave wordt opgelost door de diepwand (gewapend betonnen damwand) te laten uitsteken boven de kruin van de dijk, in de vorm van een nader vorm te geven muurtje, van circa 40-60 cm hoog. Met deze variant kunnen de opgaven voor alle faalmechanismen (hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts en piping) worden ingevuld.

De locatie (in de buitenkruin) heeft de voorkeur vanuit het oogpunt van hinder / overlast tijdens uitvoering. Opbreken van de weg is nodig voor de realisatie van de maatregel.

**Stabiliteits- / pipingscherm kruin binnenzijde met muur** is kansrijk. De hoogteopgave wordt opgelost door het scherm te laten uitsteken boven de kruin van de dijk, in de vorm van een nader vorm te geven muurtje van circa 40-60 cm hoog. Voor ontsluiting van percelen en de Molendam (weg) binnendijks zijn daarbij coupures nodig die als flexibele kering moeten worden beheerd. Met deze variant kunnen de opgaven voor alle faalmechanismen worden ingevuld. De locatie (in de binnenkruin) geeft meer overlast tijdens uitvoering dan in de buitenkruin.

**Stabiliteits- / pipingscherm kruin binnenzijde, hoogte buitenwaarts in grond in combinatie met een innovatief ruwte element** is ook kansrijk. De opgaven voor macrostabiliteit en piping worden ingevuld door de constructie. De hoogteopgave wordt opgelost door een kruinverhoging in grond van ca. 40-70 cm met verbreding in buitenwaartse richting, passend bij een talud van 1:2,5. Deze hoogte opgave kan mogelijk nog verder beperkt worden door het optimaliseren van een ruwte element op het talud om de golfoploop tegen te gaan.

**Buitenwaarts in grond** is niet nader beschouwd, omdat dit een groot rivierkundig effect heeft en daarmee niet vergunbaar is.

**Binnenwaarts in grond** is niet nader beschouwd, omdat dit een direct groot effect heeft op de aanwezige bebouwing (o.a. slopen woning) en waarden voor het dorp.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd omdat er een stabiliteits- en pipingopgave is waarvoor geen (kansrijke) innovatieve oplossing voorhanden is.

## Landschappelijke criteria

Een constructie is hier de enige oplossing waarbij de verschillen vooral voortkomen uit de overbrugging van het hoogtetekort. Daarvoor zijn er drie situaties:

- Oplossing met een muurtje op het buitentalud. Dit dient een zorgvuldig vormgegeven muurtje te zijn dat recreatief gebruik faciliteert (zitten, informatie). Over het muurtje heen is doorgang wenselijk naar de uiterwaard.
- Oplossing met muurtje op het binnentalud. Dit muurtje vormt een overbrugging naar tuinen en voorterreinen. Voor toegang naar de tuinen zijn er plaatselijk demontabele keringen nodig.
- Oplossing in grond, waarbij de hogere kruin moet worden verbonden met de bestaande percelen die grenzen aan de kruin. Kruinverbreding is ca. 1,20 meter. De ruimtelijke impact kan worden beperkt door een vrij steil talud te maken en golfoverslag te beperken in de kop van het talud.

De situatie is het krapste aan de westzijde waar een huis (Waalbanddijk 29) hoog aan de dijk staat. Hier is een oplossing nodig waarvoor een kostenpost wordt gereserveerd. De dijk kan op iets meer afstand (ca 2 meter) worden gelegd door van de rechtstand hier een boog te maken of er kan een bijzondere constructie worden ontwikkeld. Maar ook kan het huis worden aangekocht en gesloopt worden met bijv. compensatie bebouwing onder aan de dijk. Bij deze oplossing kan de ontstaande ruimte gebruikt worden als toegangsroute tot het dorp en visa versa tot de uiterwaarden. Bij alle oplossingen met damwanden moet de weg gerepareerd worden na ingrijpende werkzaamheden in de dijk en onder de weg.

Momenteel loopt een verkenning voor de aanleg van een rondweg. Bij aanleg van een eventuele rondweg zijn er mogelijkheden om de huidige weg bij het dorpsfront anders in te richten, waarbij de verkeersfunctie meer gericht wordt op langzaam verkeer en er oog wordt voor de ruimtelijke kwaliteit (Gastvrije Waaldijk) is.

Cultuurhistorie en archeologie: Er is uitgegaan van het verwijderen van de oprit naar de Veerдам. Voor de archeologische waarden van de oude aanliggende woongronden is er geen groot onderscheidend effect.

## Effecten

- Rivierkunde: Hier ligt een schaaldijk. Er ontstaan geen grote onderscheidende effecten. Er is nagenoeg geen ruimtebeslag buitendijks bij talud van 1:2,5;
- Natuur: Voor het Natura2000 gebied buitendijks zijn er geen grote effecten, nagenoeg geen ruimtebeslag buitendijks;
- Uitbreidbaarheid: geen verschil. Alle alternatieven bevatten een constructie.
- Beheerbaarheid: demontabele keringen vergen veel meer beheer en onderhoud dan niet demontabele keringen. Een muurtje op de kruin aan de buitenzijde bemoeilijkt het onderhoud aan het talud, mogelijk moet het wandelpad op de buitenberm weg om beheer en onderhoud mogelijk te maken.
- Grondeigendom: Maatregelen lijken realiseerbaar op grond van het waterschap. Maatwerk is nodig nabij de woning Waalbanddijk 29.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Kabels en leidingen: geen noemenswaardig verschil.
- Duurzaamheid: Het alternatief met scherm en muurtje aan de binnenzijde is het meest duurzaam. De diepwand heeft een grote impact doordat deze veel dikker is dan de stalen damwand. Hierdoor is relatief veel beton nodig voor de realisatie. De constructie met hoogte buitenwaarts in grond heeft een iets grotere impact omdat het buitentalud (grondwerk) opnieuw moet worden aangebracht.

- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: schade aan huizen tijdens aanbrengen van de constructie. Veel hinder voor Ochten tijdens uitvoering.

## Stakeholders

- Het is mogelijk binnen deze alternatieven om nadere inrichting conform de "Gastvrije Waaldijk" uit te werken, waaronder een uitzichtpunt.
- Voor alle alternatieven geldt dat de inpassen van het huis Waalbanddijk 29 technisch lastig is en risico's tot schade zeer reëel zijn. Een mogelijkheid is om dit perceel op te kopen en het huis te slopen.
- Flexibele kering is als oplossingsrichting aangedragen door aanwonenden vanaf de dijk. Er is een alternatief met deze oplossing, echter is dit niet passend binnen het beleid van het waterschap en brengt aanzienlijk meer kosten met zich mee gekeken met de life cycle kosten.
- Bij het alternatief Stabiliteits- / pipingscherm kruin binnenzijde, hoogte buitenwaarts in grond zal het wandelpad halverwege het talud verplaatst worden naar onder of boven aan het dijkstalud. Van dit wandelpad wordt veelvuldig gebruik gemaakt.

## Kosten

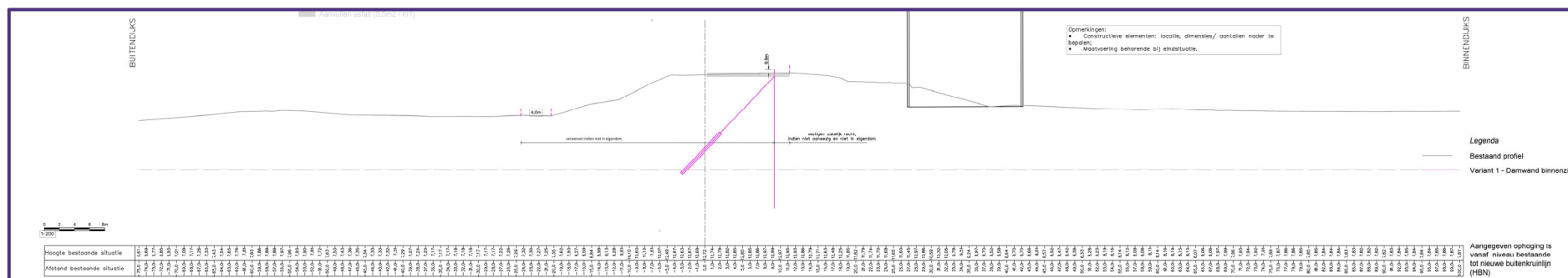
Het grondverzet is in alle alternatieven beperkt. Bij de variant met werkzaamheden aan het buitentalud is wijziging van de steenzetting benodigd. De diepwand is de meest kostbare oplossing. De andere twee alternatieven liggen qua investeringskosten dicht bij elkaar. Kijken we naar de levenscycluskosten dan zal de oplossing met demontabele keringen relatief t.o.v. de andere alternatieven een grotere investering vergen.





## Schetsontwerp Stabiliteits- / pipingscherm kruin binnenzijde met muur

*Stabiliteits- / pipingscherm kruin binnenzijde met muur is kansrijk. De hoogteopgave wordt opgelost door het scherm te laten uitsteken boven de kruin van de dijk, in de vorm van een nader vorm te geven muurtje van circa 45-60 cm hoog. Voor ontsluiting van percelen en de Molendam (weg) binnendijks zijn daarbij coupures nodig die als flexibele kering moeten worden beheerd. De locatie (in de binnenkruin) geeft meer overlast tijdens uitvoering dan in de buitenkruin.*





## Meetgegevens

Algemeen		Locatie	Eenheid
		Geovak	28
		Van dijkpaal	DT117+000
		Tot dijkpaal	DT120+070
Kenmerken dijk		Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP 12,82
		Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP 7,5
		Kerende hoogte huidige dijk	m 5,3
Kenmerken ondergrond		Deklaagdikte achterland	m 6 - 8
		Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland	klei zandig, klei siltig en klei humeus
Hoogte		<b>Binnenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,16
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 13,31
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,5
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,4
		<b>Buitenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,26
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 13,51
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,6	
Bouwstenen		<u>Macrostabiliteit:</u>	

Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	20
Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	12,5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		BIK
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	19
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	van toepassing
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

## Bijlage A: Beleid demontabele en flexibele kering Ochten

## Afweging demontabele en flexibele wanden Ochten

### *Beleid Waterschap Rivierenland*

Het is technisch mogelijk om flexibele en demontabele wanden toe te passen om het berekend hoogtetekort op te lossen. Waterschap Rivierenland heeft nu een 60-tal coupures en flexibele keringen als onderdeel van de primaire waterkeringen in beheer. Die zijn enkel toegepast op locaties met hoge maatschappelijke belangen, zoals bij historische stadspoorten, (onder)delen van Rijksmonumenten, historisch gegroeide situaties of beschermde stadgezichten.

In de memo 'Toepassen demontabele en flexibele wanden in dijkversterkingsprojecten', welke behandeld en vastgesteld is in het THO Waterveiligheid van 2 juli 2018, zijn conclusies getrokken t.a.v. gevolgen van het toepassen van flexibele keringen, welke als volgt kunnen worden samengevat:

- De faalkansbegroting, de faalkansruimte en de faalkansen op trajectniveau bieden meestal voldoende ruimte om op grotere schaal coupures en demontabele wanden, die een relatief gering hoogtetekort oplossen, toe te passen.
- De totale investerings- en beheerkosten worden binnen het project gewogen met de waardering van lokale belangen en waarden. Gezamenlijk zijn ze richtinggevend voor een keuze in het VKA voor bijvoorbeeld deze kunstwerken.
- Echter: kijkend naar het totale beheergebied van WSRL kan nu niet worden voorzien hoeveel flexibele keringen en coupures de dijkversterkingsprojecten in de toekomst zullen opleveren. De kans, dat er onder maatgevende omstandigheden ergens capaciteit ontbreekt voor opbouw en controle, wordt aanzienlijk geacht.
- Beheer- en onderhoudskosten van deze kunstwerken zijn voor het waterschap relatief hoog.

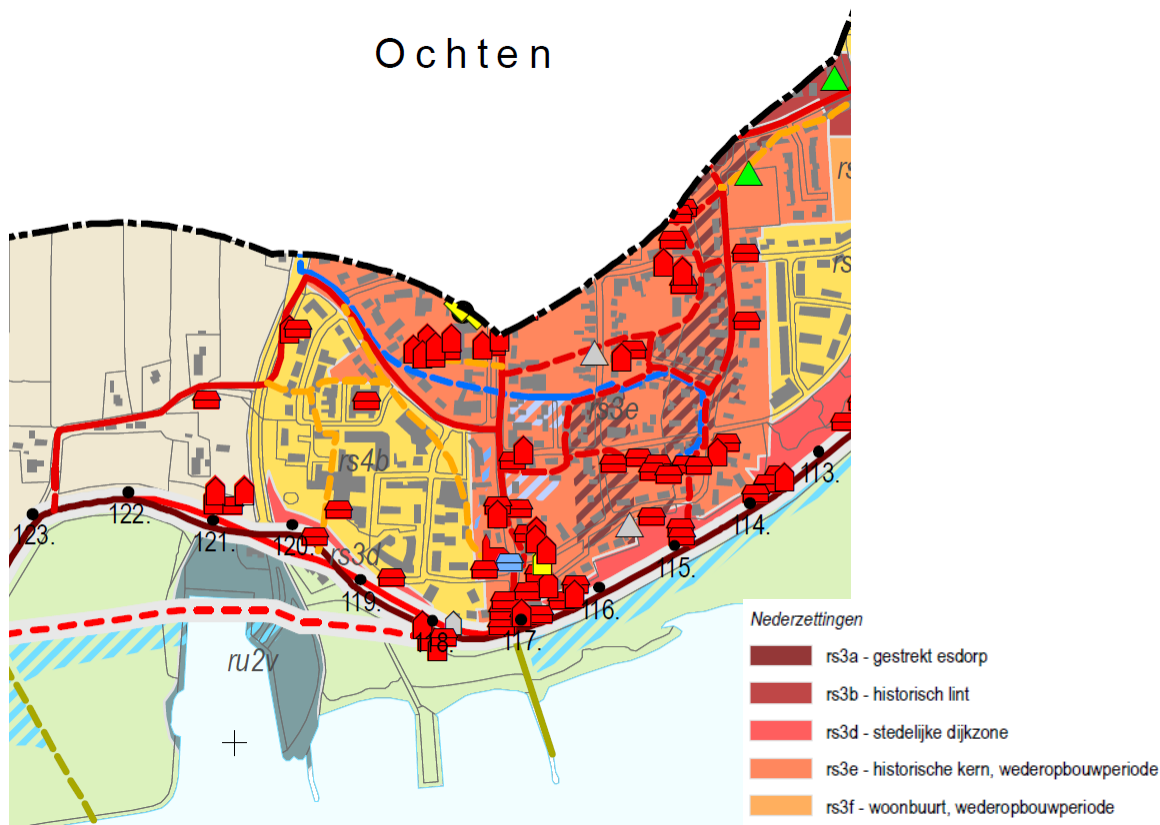
Op basis van bovenstaande conclusies is het volgende uitgangspunt gedefinieerd:

Ook hoger gelegen demontabele en flexibele wanden, die passen binnen de faalkansruimte van een dijktraject, niet toepassen. Slechts als sprake is van grote maatschappelijke belangen die door de dijkversterkingen worden geschaad, kan tot een andere afweging worden gekomen. Denk daarbij aan grote cultuurhistorische en economische waarden, zoals beschermde stads- en dorpsgezichten en ontsluiting bedrijventerreinen.

### *Situatie bij dorpsfront Ochten*

Ter plaatse van Ochten is er een opgave ten aanzien van de hoogte, stabiliteit buitenwaarts en binnenwaarts en piping. Gezien de korte afstand tot de rivier (buitendijks) en bebouwing (binnendijks) is hier voorzien in constructieve oplossing. De beschouwde constructieve oplossingen leiden tot een verhoging van de waterkering van ca. 0,4 meter.

Het dorpsfront bij Ochten is geen beschermd stads- of dorpsgezicht volgens de landelijke Erfgoedwet. In het Ruimtelijk Kwaliteitskader voor de dijkversterking (Bosch-Slabbers, jan. 2018) en het historisch onderzoek van RAAP (jan. 2018) zijn cultuurhistorische waarden toegekend aan de binnendijks gelegen voormalige vestigingslocatie en historische dorpskern (zie figuur 1). In het kader van de NRD is daarnaast door de Gemeente Neder-Betuwe een zienswijze ingebracht met het verzoek om recht te doen aan de cultuurhistorische situatie en de wens het dorp Ochten weer (zichtbaar) te verbinden met de rivier. Een dijkverhoging heeft een impact op de huidige aanwezige cultuurhistorische waarden. Echter is de impact niet van dien omvang dat grote maatschappelijke worden geschaad. Bovendien zijn er lokaal mogelijkheden om negatieve effecten te mitigeren door de verbinding met de rivier (uiterwaarden) te verbeteren en cultuurhistorische waarden beter zichtbaar te maken (bijv. Hoornwerk / Liniedijk). Resumerend bieden de historische waarden geen doorslaggevend argument om een demontabele of flexibele kering toe te passen bij Ochten.



Figuur 1: Uitsnede Cultuurhistorische inventarisatiekaart (RAAP, jan. 2018)

De weg op de waterkering vormt een belangrijke ontsluiting voor het bedrijventerrein aan de oostkant van Ochten. In alle onderzochte oplossingen blijft de ontsluitingsfunctie van de weg gehandhaafd. Voor de dijkversterking is het tijdelijk opbreken van de weg noodzakelijk. Om bereikbaar van bedrijven te garanderen, worden tijdelijke maatregelen en alternatieve routes verkend.

Een dijkverhoging van ca. 0,4 meter heeft een impact op de zichtlijnen vanuit het binnendijks gebied naar de Waal en mogelijk ook op de zichtlijnen vanaf de kruin van de dijk (het wegdek). Afhankelijk van de locatie van de oplossing varieert ook de impact op de zichtlijnen. In de figuren/foto's op de navolgende pagina's zijn enkele zichtlijnen opgenomen.

Voor de appartementencomplexen aan de Arie Jacob van Ogtenstraat (4 woonlagen) betekent dit dat er iets minder zicht is op de uiterwaarden en de Waal. Vanuit de onderste woonlaag is er in de huidige situatie al geen zicht op de uiterwaarden. Vanuit de 2<sup>e</sup> woonlaag neemt het zicht op de uiterwaard iets af, maar er is nog steeds zicht op Waal.

Voor het appartementencomplex aan de Arnoldus Jacobsstraat is er vanaf de 2<sup>e</sup> woonlaag in de huidige situatie reeds beperkt zicht op de uiterwaard. Dit neemt bij dijkverhoging verder af. Vanaf de 3<sup>e</sup> woonlaag blijft het zicht grotendeels behouden.

Bij Waalbanddijk 37 (Café restaurant De Waal) is een terras aanwezig dat nu zicht heeft op de uiterwaarden en de Waal. Bij dijkverhoging neemt dit zicht af. Hier is het een optie om het terras te verhogen zodat het uitzicht behouden blijft.

Resumerend geldt dat de dijkverhoging plaatselijk een negatieve impact heeft op het uitzicht en de beleving van de uiterwaarden. Hierbij is van belang om te weten dat er juridisch gezien geen blijvend recht op een ongestoord vrij uitzicht bestaat. Dit ontslaat het waterschap echter niet van de plicht om in het verbeteringsprogramma een gedegen afweging te maken tussen alternatieven waarbij uitzicht voor particulieren al dan niet behouden blijft.



### *Toepassing van demontabele en flexibele wanden*

Demontabele of flexibele wanden zijn er in verschillende vormen:

- Van buitenaf aan te voeren keringen: Onder deze noemer vallen keringen zoals schotbalken, betonconstructies en dergelijke die in gevaarlijke situaties worden aangevoerd en geplaatst;
- Roteerbare of verschuifbare keringen: Dit type kering omvat keringen die in normale omstandigheden zo zijn opgeborgen dat ze geen hinder voor de omgeving veroorzaken en die in geval van extreem hoog water door verschuiven of roteren hun werking kunnen uitoefenen. Te denken valt aan klepconstructies, schuifdeuren, roldeuren, hefdeuren of deuren die langs een kraanbaan met hooggelegen rails kunnen worden aangevoerd;
- Opdrijvende constructies: Dit type constructies werkt op de kracht van het water dat het moet keren. Dit kan zowel met flexibele constructies die met behulp van water of lucht worden opgeblazen (type balgstuw) en dan hun kerende werking kunnen uitoefenen als met constructies die bij een stijgend waterpeil opdrijven en daarmee de zaak afsluiten.

Een belangrijke reden om te streven naar zo min mogelijk demontabele of flexibele keringen, conform het beleid van WSRL, is om de minimaal benodigde veiligheid te kunnen waarborgen in relatie tot de normerings- en beoordelingssystematiek. Demontabele keringen kunnen de waterdruk keren maar tegen een geringe stootbelasting van een drijvende boom, boot of ander zwaarder drijfviul zijn ze meestal niet bestand. Daarnaast vormt de betrouwbaarheid van de sluiting een substantieel risico in vergelijking met vaste waterkeringen die niet gesloten behoeven te worden en de herstel mogelijkheden zijn vaak beperkt. Het opbouwen van demontabele keringen of de werkingsmechaniek van flexibele keringen is complex en vergt een bijzonder grote en dure logistieke inspanning van het waterschap. Bovendien zijn beheer, onderhoud en het jaarlijks oefenen en testen duur en zeer arbeidsintensief in vergelijking met een vaste waterkering.

### *Conclusie*

Bij het dorpsfront Ochten is geen sprake van een maatschappelijk hoog belang dat een demontabele of flexibele waterkering rechtvaardigt. Hoewel een vaste dijkverhoging van ca. 40 tot een plaatselijk negatief effect leidt op de belevingswaarde, weegt dit niet op tegen de hogere investering- en levensduurkosten van demontabele of flexibele wanden en de complicaties hierbij in de beheerfase.



Figuur 2: Luchtfoto met zichtpunten



*Figuur 3: Zichtpunt 1, nabij appartementencomplexen aan de Arie Jacob van Ogtenstraat*



*Figuur 4: Zichtpunt 2, nabij Waalbanddijk 37 (Café restaurant De Waal)*



*Figuur 5: Zichtpunt 3, appartementencomplexen aan de Arie Jacob van Ogtenstraat, vanaf de dijk*



*Figuur 6: Zichtpunt 4, zicht op appartementencomplex aan de Arnoldus Jacobsstraat*

Bijlage B: voorstel argumentatie variant ruwte element als voorkeur

## Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.  
Water

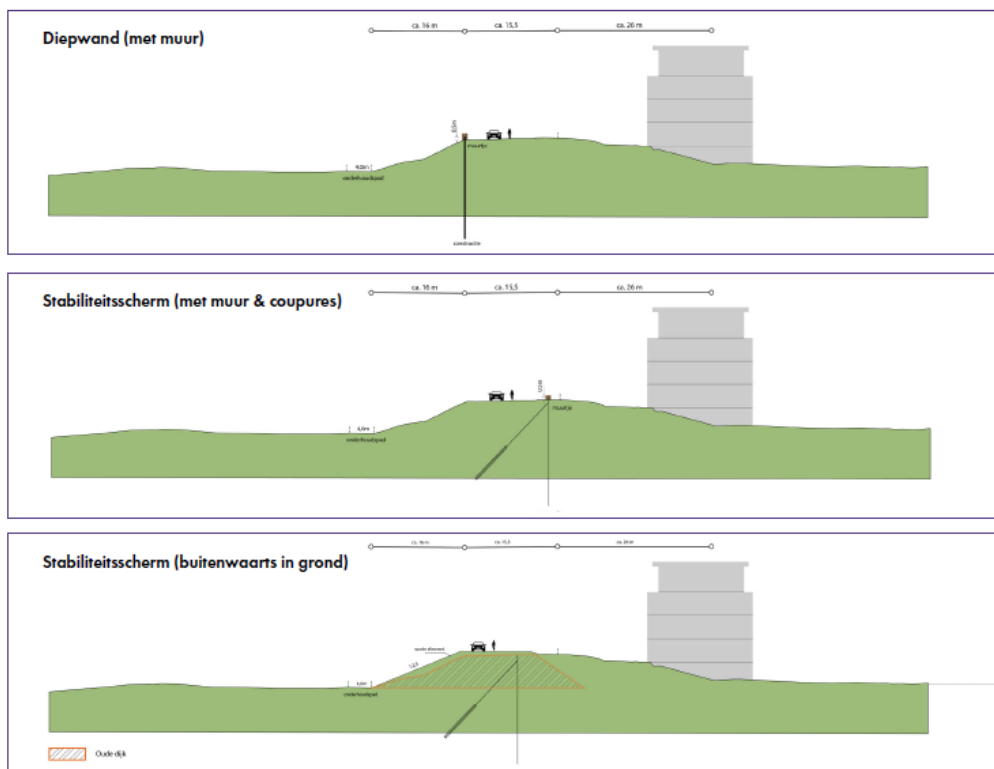
Aan: Kees Veraa, Chris Sevink (Waterschap Rivierenland)  
 Van: Floris van der Ziel  
 Datum: 10-10-2019  
 Kopie: Frank Stroeken (Wing)  
 Ons kenmerk: BF6777WATC&R\_N0001\_10102019  
 Classificatie: Project gerelateerd

**Onderwerp: Neder-Betuwe: Voorstel VKA Ochten Dorpsfront**

Op dit moment hebben we 3 alternatieven voor Ochten Dorpsfront. Tot nu toe hebben we geen voorkeur uitgesproken / een VKA gekozen omdat alle criteria, behalve de kosten, niet onderscheidend zijn.

In deze notitie doen we een voorstel voor een VKA voor Ochten Dorpsfront. Het beoordelen van de volgende tot nu toe onderbelichte criteria zou mogelijk wel tot een keuze kunnen leiden: hinder tijdens uitvoering, uitvoerbaarheid en specifieke project risico's. Dit doen we eerst zonder de voorkeur van de omgeving in onze beschouwing mee te nemen.

De drie alternatieven zijn in onderstaande figuur opgenomen. Alle drie de alternatieven zijn even hoog en geven slechts kleine verschillen in zichtlijnen, hebben nihil rivierkundig effect (mogelijk bij grondoplossing klein effect om te compenseren), zijn passend bij een dorpsfront, hebben nihil effect op N2000 gebied, kunnen in grondeigendom gerealiseerd worden, uitbreidbaarheid is voor alle drie de alternatieven lastig, hebben slecht kleine verschillen in milieubelasting, zijn cultuur en archeologisch niet onderscheidend en bij alle drie is een gastvrije Waal in te passen.



De verschillen die er wel zijn:

- De investeringskosten voor de diepwantoplossing liggen 1,6 keer zo hoog.
- De 'stabiliteitsscherm en hoogte in grond'-oplossing moet het wandelpad verplaatst worden naar de teen van de dijk om rivierkundig effect nihil/klein te houden.
- Bij De 'stabiliteitsscherm en hoogte in grond'-oplossing komt de weg iets verder van de huizen te liggen.
- De 'stabiliteitsscherm en hoogte in grond'-oplossing heeft de laagste B&O kosten.
- Bij de 'stabiliteitsscherm en hoogte in grond'-oplossing blijft de uitwaarden en de Veerhaven optimaal bereikbaar.
- Bij de diepwantoplossing zou "het muurtje" ook gebruikt kunnen worden als zitplaats en geeft mogelijk wat gevoelsmatige bescherming tegen langsrijdend verkeer.
- Bij de diepwantoplossing zal "het muurtje" de bereikbaarheid van de uiterwaarden verslechteren en mogelijk vervalt de afrit naar de veerstoep.
- Bij de constructie met coupures of demontabele keringen is de weg niet begaanbaar tijdens hoog water.
- De constructie met coupures en demontabele keringen leidt tot hoge B&O kosten.
- De constructie met coupures en demontabele is tegen het waterschapsbeleid in.

Uit bovenstaande verschillen is het lastig kiezen.

- Hoge kosten versus niet voldoen aan het beleid.
- Geen wandelpad op het talud versus weg iets verder van de gevels af.

Een redenatie die kan is: Diepwand is te duur en constructie met coupures is tegen het beleid en geeft hoge B&O kosten; dus een stabiliteitsscherm met hoogte buitenwaarts in grond is het VKA.

#### **En dan de onderbelichte criteria:**

- hinder tijdens uitvoering  
Alle drie de alternatieven zullen hinder geven. De weg moet bij alle drie afgesloten worden, de realisatieduur zal verschillen, maar de hinder door trilling en geluid verschillen ook. Op dit moment is niet aan te geven welk alternatief de minste uitvoeringshinder veroorzaakt. Werkzaamheden op particuliere grond zal enkel bij de constructie met coupures plaatsvinden.
- uitvoerbaarheid
  - De afstand tussen gevel en constructie is uitermate belangrijk voor de uitvoerbaarheid. De constructie met de coupures zal erg lastig te realiseren zijn nabij de woning Waalbanddijk 29. Ankers zijn daar niet te plaatsen, wat betekent dat een erg bijzondere constructie nodig zal zijn. Bijvoorbeeld: de meest voor de hand liggende oplossing is een combi want met buispalen, maar dat kan niet wegens trillingen. Aankoop en sloop van de woning lijkt de meest logische oplossing.
  - Het zal lastig zijn om de diepwandconstructie zo dichtbij het buitentalud te plaatsen omdat hier (erg) groot materieel voor nodig is. Hiervoor zullen aanzienlijke tijdelijke constructies gebouwd moeten worden die mogelijk ook rivierkundig effect zullen hebben; dus niet uitvoerbaar tijdens hoogwaterseizoen.
  - Grondoplossing betekent buitentalud oppakken: dit kan niet tijdens het hoogwaterseizoen.
- specifieke project risico's
  - Trillingen bij inbrengen van damwanden kan schade geven aan woningen. Het is niet uit te sluiten dat woning Waalbanddijk 29 geen schade zal ondervinden bij het plaatsen van



een damwand. Zeker de constructie met coupure waarbij de damwand zo dicht mogelijk langs het huis zal gaan.

- o Diepwandconstructie is technisch gezien de meest lastige constructie en zal dan ook de meeste technische risico's hebben.
- o Muurtjes (als onderdeel van de waterkering) die uitsteken kunnen aangereden worden wat niet alleen tot extra onderhoud leidt, maar ook een extra waterveiligheidsrisico als dit tijdens hoogwaterseizoen gebeurt. Dit is een reëel risico zolang er vrachtverkeer frequent over de dijk heen rijdt.
- o Of de diepwandconstructie de toets van het HWBP doorstaat is de vraag omdat dit alternatief niet doelmatig en sober is zolang er andere alternatieven zijn met vergelijkbare effecten.
- o Het ruwte element in de 'stabiliteitsscherm en hoogte in grond'-oplossing is een nieuw element voor het waterschap en moet mogelijk als een innovatie beschouwd worden.

Gezien bovenstaande kan de redeneerlijn uitgebreid worden met:

Het alternatief van een constructie met coupure zal waarschijnlijk leiden tot sloop van woning Waalbanddijk 29. Het alternatief met een diepwandconstructie is technisch lastig uitvoerbaar en kan tot discussie leiden met het HWBP over doelmatig en sober ontwerpen. Dit pleit voor het alternatief met een damwandconstructie waarbij de hoogteopgave buitenwaarts wordt opgelost waarbij hinder door trillingen geminimaliseerd moet worden om woning Waalbanddijk 29 te behouden.

#### **Voorstel VKA:**

Stabiliteitsscherm (damwandconstructie) in combinatie met het buitenwaarts oplossen van de hoogte opgave in grond omdat:

- Laagste investeringskosten en laagste B&O kosten (en dus ook duidelijk doelmatig & sober)
- Geen uitstekend muurtje als waterkering dat schade op kan lopen bij een aanrijding.
- Optimale bereikbaarheid uiterwaarden/veerhaven
- Hoogte wordt zoveel mogelijk beperkt met een geoptimaliseerd ruwte element om golfoverslag tegen te gaan.
- Het ruwte element is een nieuw element voor de beheerder / het waterschap. Mogelijk moet dit beschouwd worden als een innovatie wat dus bestuurlijk meer aandacht vraagt.
- Effecten klein: wandelroute moet aangepast worden, weg komt iets verder van de huizen af, mogelijk klein rivierkundig effect compenseren, trillinghinder minimaliseren waar mogelijk.

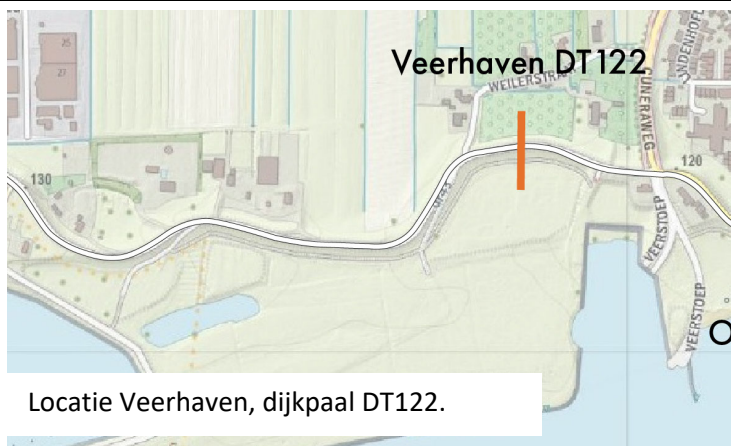
Stabiliteitsscherm (damwandconstructie) met coupures niet omdat:

- Tegen het beleid in van het waterschap
- Hoge B&O kosten
- Weg niet begaanbaar tijdens hoogwater
- Waarschijnlijk enkel uitvoerbaar met sloop woning Waalbanddijk 29

Diepwandconstructie niet omdat:

- Hoge investeringskosten
- Mogelijk niet subsidiabel
- Oprit naar de veerstoep vervalt (of maatwerk met grondoplossing).
- Meer uitvoeringsrisico's

## Schetsontwerp Veerhaven DT122.



Locatie Veerhaven, dijkpaal DT122.

### Ontwerpopgave

- Loopt van DT120+050 tot DT125+050.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk ligt vanuit de Waal gezien in de luwte achter Ochten. Hier ligt een relatief hoog voorland, een hoogwatervrij terrein (met horeca) en een voormalige veerhaven op ca. 100 m vanaf de dijk.
  - Er komt nieuw hoogwatervrij terrein bij en dieper in de uiterwaard wordt een nieuwe geul aangelegd. Hieraan gekoppeld: parkeren in de uiterwaard en plaatselijk begroeiing (buiten de stroombaan van de rivier).

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,3 tot 0,5 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja, rekening houdend met de KRW geul

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - De dijk ligt op enige afstand van de dijk in een luwte, waardoor buitendijkse maatregelen niet direct tot grote effecten zullen leiden.
- Kabels en leidingen
  - Er ligt een spanningskabel en een datakabel in de kruin van de dijk. Deze hebben geen impact op de alternatief-keuze.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Buitendijks gebied (vanaf de kruin) is hoofdzakelijk in eigendom van de Provincie. Het binnendijks gebied is vanaf de teen van de huidige berm in particuliere eigendom.

### Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- Ruimtelijke kwaliteit zit in contrast binnendijks/ buitendijks met beleving van de Waal op de achtergrond, in de relictten van de veerhaven en in de dynamiek in de oevers die daar beleefbaar is.
- De recreatieve voorzieningen leveren momenteel veel afwisseling op maar zorgen ook voor een rommelige situatie rond de Veerstoep met veel verspreid parkeren, veel verharding tot aan de dijk en een variatie aan objecten, meubilair etc. Doorzicht naar de Waal vanaf het kruispunt is nauwelijks mogelijk. Dit vormt een uitdaging voor het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit.

- Archeologie
  - Binnendijks: oude woongrond - zeer hoge verwachting.
  - Buitendijks: stroomgordel, oudste fase - hoge verwachting voor Romeinse tijd – Middeleeuwen.
- Cultuurhistorie
  - Buitendijks ligt oudhoevig land. Hiermee zijn er verwachtingswaarden t.a.v. de ondergrond.
  - Binnendijks liggen enkele oude boerderijen met boomgaarden. Dit is historisch waardevolle bebouwing. Die horen bij een slingerende dijk tussen Ochten en IJzendoorn.
  - De veerhaven vormt een jong historisch relict vanuit de veerverbinding die er vroeger was tussen Dodewaard en Druten. De haven, hellingbanen en de horeca verwijzen naar de vroegere functie.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **Stabiliteits- / pipingscherm, hoogte buitenwaarts** is het VKA omdat de waarden binnenwaarts (boomgaard) grotendeels gespaard blijven en de verschillende landschappelijke belevingen aan de binnenzijde (fruitteelt en dorp) en buitenzijde blijven dicht bij elkaar. Ook sluit dit alternatief aan op het VKA voor Veerhaven DT127. zodat de dijk tussen IJzendoorn en Ochten unievorm is. De meerkosten om de hoogte buitenwaarts op te lossen t.o.v. binnenwaarts worden sowieso gemaakt voor het inpassen van het project 'Ontwikkeling Veerhaven Ochten', dat deels meegenomen wordt binnen de uitvoering van de dijkversterking. Zie voor een uitgebreide onderbouwing notitie 'BF6777-112-102\_NO127\_20210215\_VO Notitie Veerhaven\_f1.0'.

Alternatief	Voorkeur	Investeringskosten*
Buitenwaarts in grond met verticale pipingmaatregel	-	100%
Stabiliteits- / pipingscherm, hoogte binnenwaarts	-	129%
Stabiliteits- / pipingscherm, hoogte buitenwaarts	Voorkeursalternatief	129%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking. Oranje percentage is een herziende schatting nu het meekoppelen van Ontwikkeling Veerhaven Ochten alternatief model 2 een uitgangspunt is geworden.

Bij dit VKA ligt de binnenteen vast en zal er optimalisatie plaatsvinden van het stabiliteits- / pipingscherm.

Vanuit dijktechniek en vanuit landschappelijke inpassing hebben wij geen voorkeur waar het hoogwatervrije terrein van de gebiedsontwikkeling Veerhaven Ochten plaats gerealiseerd wordt. Verwachting is dat het hoogwatervrijeterrein niet tot een verminderde hoogteopgave voor dijkversterking leidt.

## Beschouwde alternatieven

**Stabiliteits- / pipingscherm, hoogte binnenwaarts** is een alternatief waarbij de waarden binnenwaarts (boomgaard) deels gespaard blijven. Dit alternatief is niet goedkoper dan wanneer de hoogte buitenwaarts wordt opgelost omdat het buitentalud sowieso opgepakt moet worden voor de inpassing van het project 'Ontwikkeling Veerhaven Ochten'. Dit alternatief betreft een verankerde stalen damwand in het binnentalud. Alleen vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging en dus verbreding aan binnendijkse zijde plaats. Voor het aanbrenge van het aangepaste talud is er enkele meters extra ruimte nodig voor de dijk.

**Buitenwaarts in grond met verticale pipingmaatregel** is een kansrijk alternatief omdat het in de toekomst uitbreidbaar is en omdat het voortbouwt op de historische groeiwijzen van dijken. Dit alternatief heeft de minste kosten en de waarden binnendijks worden helemaal gespaard. Binnendijks ontstaat een stabiliteitsberm van circa 5 meter die in principe zonder leeflaag wordt uitgevoerd (vanwege beperking van het ruimtebeslag). Binnen deze berm wordt piping middels een verticale maatregel opgelost. Landschappelijk is dit echter minder wenselijk, zeker op deze plek naast het dorp, bij de veerstoep en gezien de toekomstige ontwikkelingen van de veerhaven.

**Stabiliteits- / pipingscherm, hoogte buitenwaarts** is een alternatief waarbij de maatvoering van de huidige dijk grotendeels gehandhaafd blijft en de waarden binnenwaarts (boomgaard) (nagenoeg) geheel gespaard blijven. Bij dit alternatief dient zowel het buiten- als het binnentalud licht te her-profileren. Het scherm betreft een verankerde stalen damwand in het binnentalud. Vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan buitendijkse zijde plaats. Nadeel van deze oplossing is dat er aan beide zijden van de dijk gewerkt moet worden.

Versterking in grond binnenwaarts valt bij voorbaat af vanwege de aanwezigheid van hoge binnendijkse waarden (boomgaard) nabij de huidige binnenteen van de waterkering. Uitgangspunt is daarom handhaven van de huidige binnenteen.

**Binnenwaarts in grond met verticale pipingmaatregel** is niet nader beschouwd omdat er dan vele waarden binnendijks geraakt worden.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd, omdat dijkdeuvels in deze situatie geen grote voordelen biedt omdat er ook nog een verticale pipingmaatregel nodig is. Bij elkaar zal dit duurder zijn dan een stabiliteits- / pipingscherm.

## Landschappelijke criteria

- Buitenwaarts in grond:
  - Verschuiving buitenteen is ca. 12 meter. Het is onzeker of de stabiliteitsberm aan de binnenzijde goed aangesloten kan worden op de omgeving (boomgaard);
  - De bochtigheid van de dijk wordt minder (negatief effect);
  - Aan de oostzijde (dorpsfront) van dit profiel wordt waarschijnlijk met een constructie gewerkt. Dat kan aanleiding zijn om (los van andere ruimtelijke argumenten) deze lijn hierdoor te zetten over enkele honderden meters. In de afweging kan doorslaggevend worden wat er aan de westzijde gaat gebeuren: grond buitenwaarts of constructie?
- Stabiliteits- / pipingscherm, hoogte binnenwaarts
  - Het talud schuift circa 7 meter binnendijks om de hoogtetoename mogelijk te maken en als een 1:3,5 binnentalud om een langconstructie in de teen te kunnen plaatsen, wat de voorkeur heeft gezien kosten en uitbreidbaarheid. Daarmee ca. 5 à 7 bomenrijen van de boomgaard.
- Stabiliteits- / pipingscherm, hoogte buitenwaarts
  - In deze variant vinden werkzaamheden aan beide zijden van de dijk plaats, binnendijks voor de damwand en buitendijks voor de hoogteopgave. Landschappelijk beschouwd is dit de fraaiste oplossing.

## Effecten

- Rivierkunde: Opstuwing bij een buitendijkse versterking is lokaal gering (< 1 mm). Na de bocht bij DT124 nemen rivierkundige effecten van een buitendijkse versterking toe;
- Natuur: Geen grote onderscheidende factoren. Behoud van foerageergebied ganzen bij een buitendijkse versterking is een aandachtspunt;

- Uitbreidbaarheid: oplossing in grond heeft de voorkeur.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen, al is er een nadrukkelijke wens voor zo min mogelijk overgangen in dijktypen.
- Grondeigendom: Bij een buitendijkse versterking dient een strook vanaf de kruin tot 4 meter buiten de nieuwe teen te worden aangekocht van de Provincie (totaal ca. 27 meter). Bij een stabiliteitsscherm (hoogte binnenwaarts) is geen aankoop voorzien, hooguit plaatselijk vestigen van zakelijk recht over enkele meters. Ook bij een constructie is aankoop nodig voor de buitendijkse maatregelen (totaal ca. 21 meter). Binnendijks is bij de alternatieven vooralsnog geen aankoop voorzien, hooguit plaatselijk vestigen van zakelijk recht.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Kabels en leidingen: geen noemenswaardige verschillen.
- Duurzaamheid: Meest duurzaam is een constructie met de kruin naar binnen. Hierbij vindt ook het minste grondwerk plaats. Bij de buitendijkse oplossing in grond vindt veel grondverzet plaats en moet grond (klei/zand) van buiten het project worden aangevoerd, hetgeen een grote impact op duurzaamheid heeft. Ook bij de constructie met de kruin naar buiten vindt meer grondwerk plaats dan bij het alternatief met de kruin naar binnen.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Ontwikkeling Veerhaven Ochten vanuit de gemeente Ochten. Er is een VKA gekozen: zogenaamd alternatief model O2. Dit houdt in dat het parkeerterrein onder aan de dijk komt te liggen. Daarbij zijn er afspraken gemaakt tussen provincie en gemeente over financiering. Zie verder notitie 'BF6777-112-102\_N0127\_20210215\_VO Notitie Veerhaven\_f1.0'.

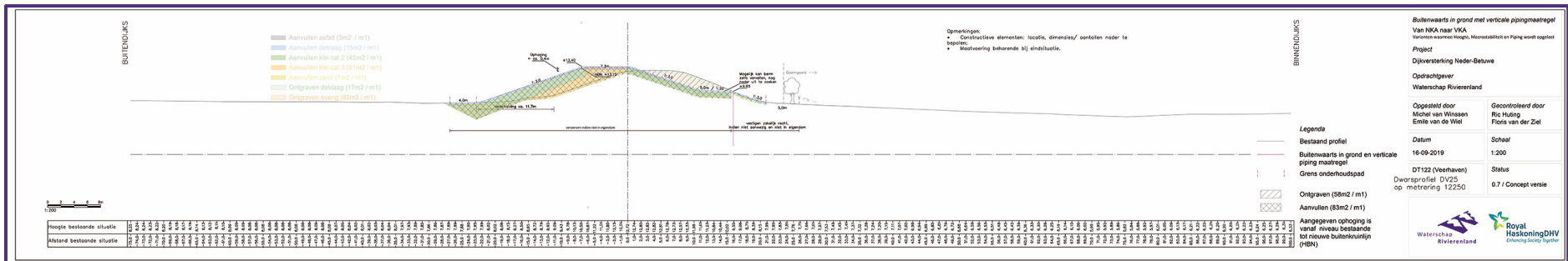
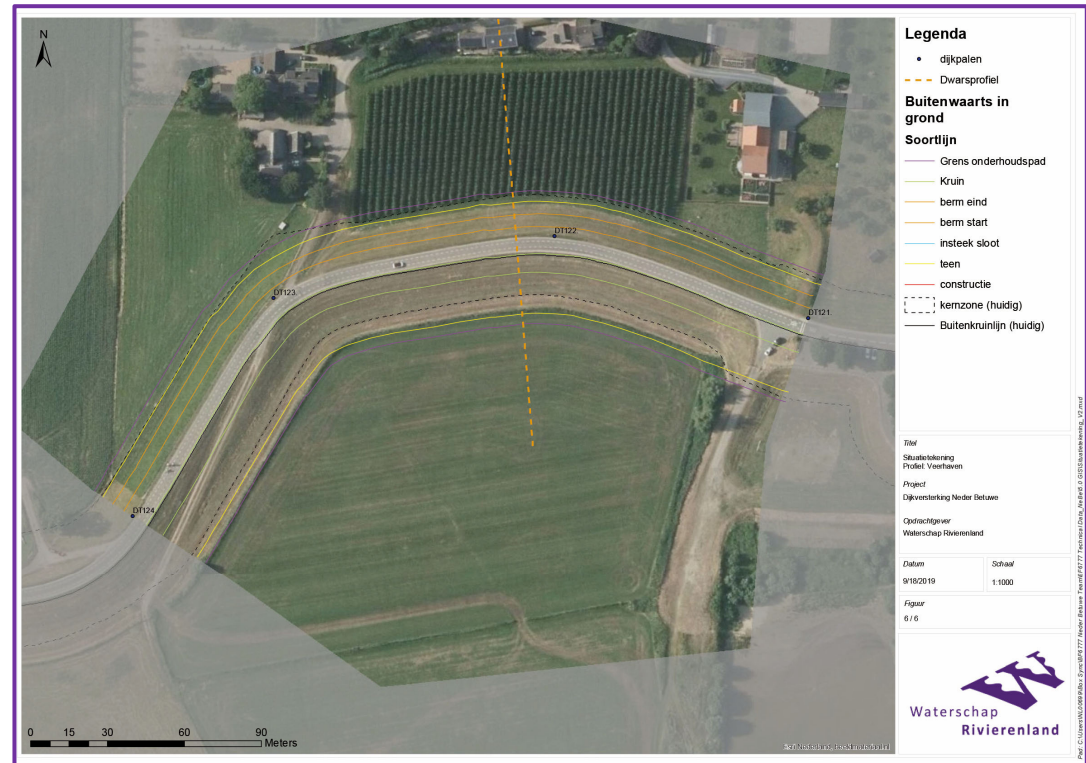
## Kosten

Grondstromen en kosten: Buitenwaarts in grond heeft de minste kosten (zowel investerings- als levensduurkosten). Bij het buitenwaarts alternatief in grond is een pipingmaatregel (heavescherm) nodig die kostenverhogend werkt. Hoewel er meer grondverzet plaatsvindt bij een oplossing in grond, weegt dit hier op tegen een relatief dure stabiliteitsconstructie. Normaliter is de oplossing van een stabiliteitsconstructie met hoogte binnenwaarts goedkoper dan een stabiliteitsconstructie waarbij de hoogte buitenwaarts wordt opgelost. Echter door de inpassingen van de ontwikkelingen van Veerhaven Ochten is dit hier niet het geval.

## Alternatieven in beeld

### Schetsontwerp buitenwaarts in grond met verticale pipingmaatregel

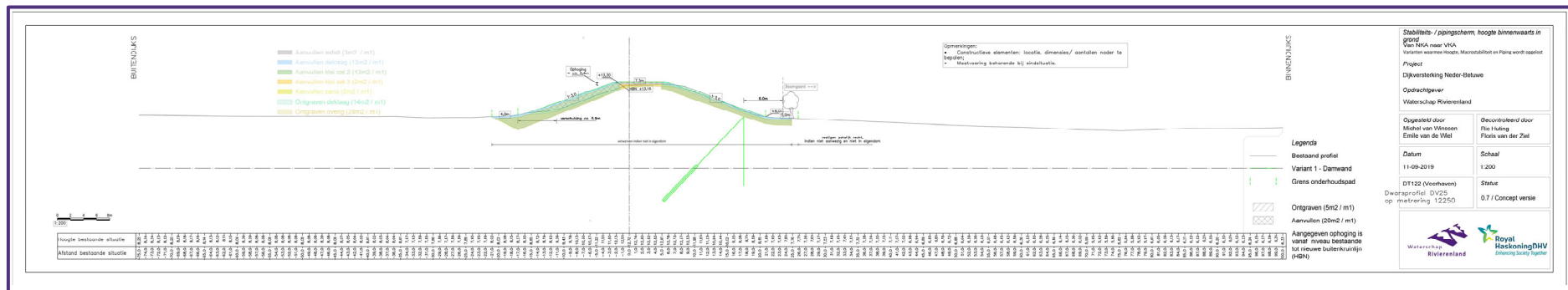
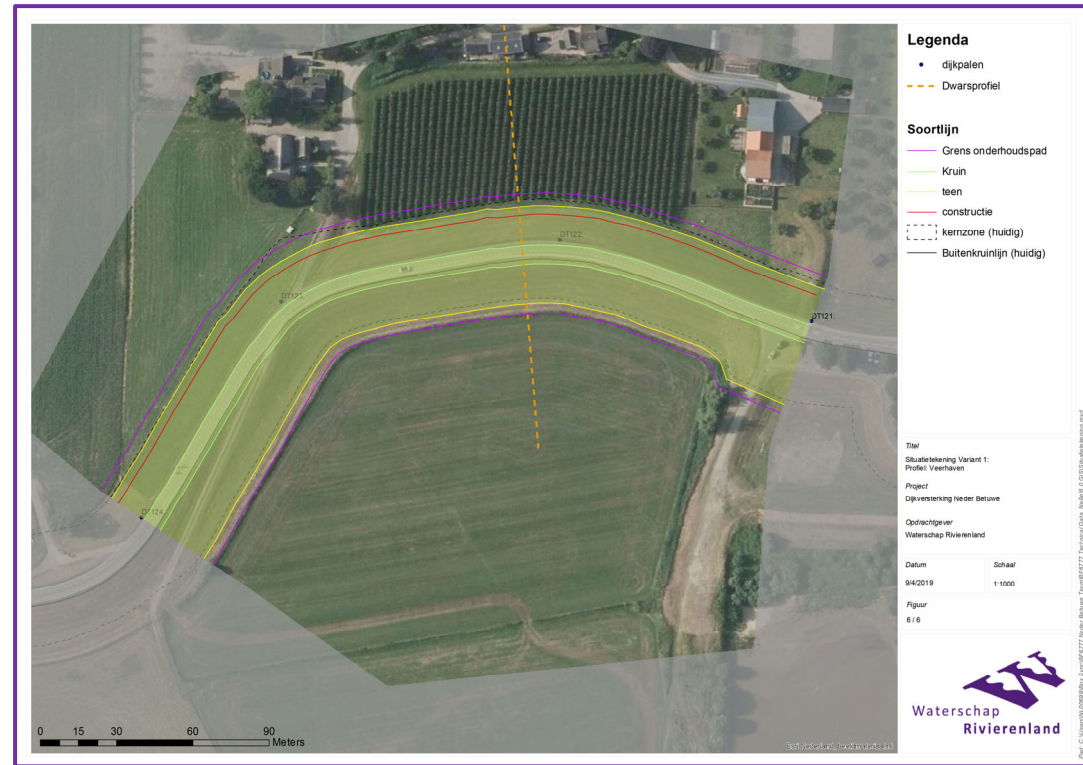
Voor **Buitenwaarts in grond met verticale pipingmaatregel** ontstaat binnendijks een breed stabiliteitsberm van circa 5 meter die in principe zonder leeflaag wordt uitgevoerd (vanwege beperking van het ruimtebeslag). Piping wordt middels een verticale maatregel in de binnenberm opgelost.





## Schetsontwerp Stabiliteits- / pipingscherm, hoogte buitenwaarts in grond

*Stabiliteits- / pipingscherm, hoogte buitenwaarts is een alternatief. De maatvoering van de huidige dijk blijft grotendeels gehandhaafd en de boomgaard binnenwaarts blijft geheel gespaard. Bij dit alternatief wordt zowel het buiten- als het binnentalud licht geherprofileerd. Het scherm betreft een verankerde stalen damwand in het binnentalud. Vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan buitendijkse zijde plaats.*





## Meetgegevens

Algemeen		Locatie	Eenheid
		Geovak	29
		Van dijkpaal	DT120+070
		Tot dijkpaal	DT125+070
Kenmerken dijk		Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP 12,86
		Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP 6,4
		Kerende hoogte huidige dijk	m 6,5
Kenmerken ondergrond		Deklaagdikte achterland	m 6 - 8
		Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland	klei zandig, klei siltig en klei humeus
Hoogte		<b>Binnenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,24
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 13,39
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,5
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,3
		<b>Buitenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,16
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 13,41
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,6
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,5	
Bouwstenen		<u>Macrostabiliteit:</u>	

Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	18
Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	10,5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	17
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	van toepassing
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	van toepassing
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

## Schetsontwerp Veerhaven DT127.



### Ontwerpopgave

- Loopt van DT125+050 tot DT129+070.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - Dijkpaal DT127. is onderdeel van een slingerend dijktraject tussen de overnachtingshaven en Ochten.
  - Kenmerkend zijn buitendijks de weilanden en een deel van een oude strang. Binnendijks staan enkele woningen aan de dijk met beplanting en eromheen agrarische grond.
  - Voor piping zijn in de huidige situatie geen maatregelen nodig. Door de komst van een nevengeul in de uiterwaard is er een opgave voor piping die integraal in de afweging is meegenomen.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,5 tot 0,6 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja, versterking is nodig
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja (deels door toekomstige nevengeul)

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks ligt op ca. 75 meter van de dijk een bestaande geïsoleerd strangrestant. In het kader van de gebiedsontwikkeling Veerhaven Ochten zal deze plas worden uitgebreid en omgevormd tot een nevengeul.
- Kabels en leidingen
  - Er ligt een spanningskabel en een datakabel in de kruin van de dijk.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Het dijklichaam is in eigendom van het waterschap. De binnendijkse gronden zijn in particulier eigendom.
  - De buitendijkse grond is verdeeld in eigendom, van west naar oost: Rijkswaterstaat, particulier en het waterschap.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapkenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- De dijk slingert in een klein stukje kleinschalig landschap met gebouwen op verschillende afstand van de dijk.
- Dit vormt een contrast met de grootschaligheid van de overnachtingshaven bij IJzendoorn. Zicht op de overnachtingshaven is rommelig.
- Buitendijks ligt een gevarieerd maaiveld langs de dijk met een afrit die ooit naar een steenfabriek leidde. Hiernaast ligt nog een laagte die vroeger natte was en nog sporen van rabatten bevat.

- Archeologie
  - Binnendijks: oude woongrond - zeer hoge verwachting.
  - Buitendijks: stroomgordel, oudste fase - hoge verwachting voor Romeinse tijd – Middeleeuwen.
- Cultuurhistorie
  - Buitendijks ligt oudhoevig land. Hiermee zijn er verwachtingswaarden t.a.v. de ondergrond.
  - Binnendijks liggen enkele oude boerderijen met boomgaarden. Dit is historisch waardevolle bebouwing. Hier lag binnendijks (bij DT129.) een wiel dat de huidige slinger in de dijk verklaart.
  - De veerhaven vormt een jong historisch relict vanuit de veerverbinding die er vroeger was tussen Dodewaard en Druten. De haven, hellingbanen en de horeca verwijzen naar de vroegere functie.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts** heeft de voorkeur omdat de binnenwaartse waarden (tuinen en huizen) hiermee gespaard blijven en aansluit op een buitenwaartse versterking benedenstrooms. Bij het alternatief van een stabiliteitsscherm met hoogte binnenwaarts zal er impact zijn op particuliere percelen en mogelijk plaatselijk alsnog naar buiten moeten versterkt vanwege het inpassen van afritten en monumentale status van twee gebouwen.

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts	Voorkeursalternatief	107%
Binnenwaarts in grond	-	100%
Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts	-	102%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit VKA ligt de binnenteen vast. De dijk tussen DT121. en DT130. is in zijn geheel bekeken. Vanaf DT121. voorziet het VKA een stabiliteitsscherm met hoogteoplossing binnenwaarts tot aan DT125.+50m. Hier zal een overgang gemaakt worden naar een hoogte oplossing buitenwaarts om de binnenwaartse waarden te sparen. De toekomstige nevengeul maakt het noodzakelijk om het stabiliteitsscherm ook als pipingmaatregel uit te voeren.

## Beschouwde alternatieven

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts in grond** bestaat uit een constructieve oplossing voor piping en macrostabiliteit aan de binnendijkse zijde. Bij dit alternatief blijven de waarden binnendijks (o.a. bebouwing en tuinen) gehandhaafd. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan buitendijkse zijde plaats.

**Binnenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreeding naar de binnenzijde. Dit alternatief heeft als voordeel dat de dijkversterking in grond in de toekomst goed uitbreidbaar is. Het leidt wel tot een impact aan de binnenzijde, waar de ruimte plaatselijk beperkt is. Ter plaatse van gebouwen moeten dan maatwerkoplossingen gerealiseerd worden om sloop te voorkomen (o.a. monumentale panden). Voor de inpassing van deze woningen is een stabiliteitsscherm nodig. (Deze inpassingen zijn niet geraamd.) Piping wordt voorkomen door een verticale constructie aan de binnendijkse zijde.

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. Dit alternatief heeft enige impact op de percelen binnendijks waarvoor mogelijk alsnog buitenwaarts versterkt moet worden voor het inpassen van de woningen.

**Buitenwaarts in grond** is niet nader beschouwd om dit een te groot rivierkundig effect heeft en onlogisch is gezien de toekomstige nevengeul.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd omdat dit onlogisch is gezien er een stabiliteits- en pipingopgave is waarvoor geen (kansrijke) innovatieve oplossing voorhanden is.

## Landschappelijke criteria

- Binnenwaartse versterking leidt tot een berm van 21 meter en heeft daarmee een negatief effect t.o.v. het stabiliteitsscherm. Bij dit alternatief raakt de teen van de binnenberm de tuin bij Waalbanddijk 23. Ook gaat dit ten koste van enkele beplantingen;
- Bij het stabiliteitsscherm wordt de berm ingepast in het bestaande maaiveld, waardoor de effecten op tuinen en beplanting beperkt zijn.
- Cultuurhistorie en archeologie: Alle alternatieven overlappen deels een stroomgordel buitendijks (hoge verwachting voor Romeinse tijd – Middeleeuwen). Aangezien er voornamelijk grond opgebracht wordt, zijn archeologische effecten beperkt.

## Effecten

- Rivierkude: opstuwung bij de verschillende alternatieven is beperkt (inschatting <1 mm), dit aangezien de verplaatsing richting het buitendijks gebied beperkt is. Bij het stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts in grond verschuift de kruin ca. 2 meter;
- Natuur: Bij het binnenwaarts alternatief in grond moeten enkele bomen worden gekapt. Deze bomen hebben echter geen grote natuurwaarden, waardoor het effect beperkt is. De andere alternatieven hebben nagenoeg geen impact;
- Uitbreidbaarheid: oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsscherm uit te breiden.
- Beheerbaarheid: Bij de alternatieven met scherm is er sprake van een beperkt areaal dat binnendijks beheert hoeft te worden. Het binnenwaarts alternatief leidt tot een toename van de binnenberm en scoort derhalve lager op de beheerbaarheid.

- Grondeigendom: het binnenwaarts alternatief leidt tot extra ruimtebeslag op gronden van particulieren. Hier dient een zakelijk recht gevestigd te worden. De alternatieven met stabiliteitsscherm is vrijwel geheel te realiseren op eigendom van het waterschap.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Kabels en leidingen: geen effecten.
- Duurzaamheid: het stabiliteitsscherm heeft de laagste milieubelasting. Bij de binnenwaartse oplossing vindt veel grondverzet plaats en moet meer grond (klei/zand) van buiten het project worden aangevoerd, hetgeen een grotere impact op duurzaamheid heeft.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

## Kosten

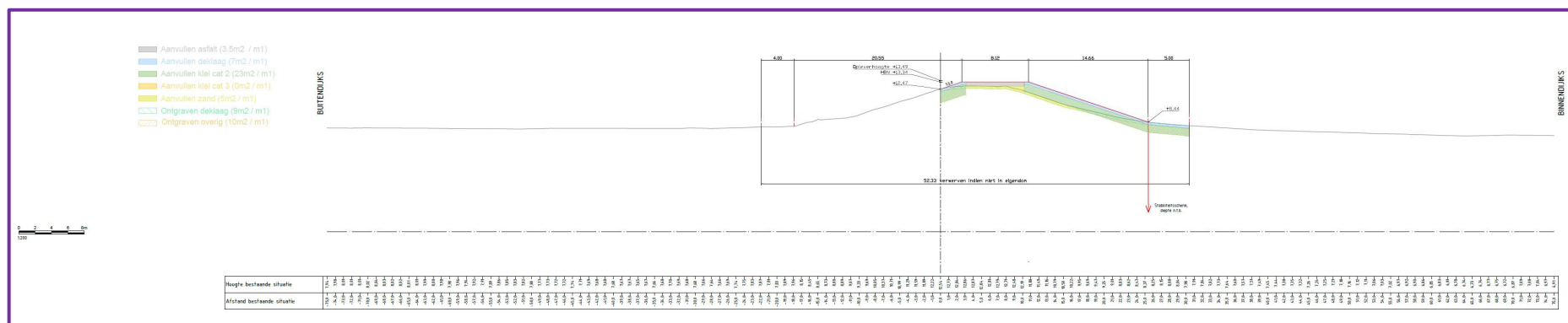
De LCC kosten voor alle alternatieven liggen dicht bij elkaar en zijn niet onderscheidend. Een binnenwaartse versterking in grond betekent geen dure constructie, maar wel aanzienlijke vastgoedkosten. Een stabiliteitsscherm met hoogte buitenwaarts betekent meer grondverzet dan een stabiliteitsscherm met hoogte binnenwaarts maar lagere vastgoedkosten. Hierdoor ontlopen de alternatieven weinig in LCC kosten.





## Schetsontwerp Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts** is een alternatief, waardoor het huidige profiel grotendeels gehandhaafd blijft. Dit betreft een verankerde stalen damwand in de binnenberm. Alleen vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan binnendijkse zijde plaats. Met dit alternatief wordt het buitentalud gehandhaafd en worden buitendijkse waarden bespaard.





## Meetgegevens

Algemeen		Locatie	Eenheid
		Geovak	30
		Van dijkpaal	DT125+070
		Tot dijkpaal	DT128+050
<i>Kenmerken dijk</i>		Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP 12,87
		Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP 6,6
		Kerende hoogte huidige dijk	m 6,3
<i>Kenmerken ondergrond</i>		Deklaagdikte achterland	m 6 - 8
		Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland	klei zandig, klei siltig en zand
<i>Hoogte</i>		<b>Binnenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,34
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 13,49
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,6
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,5
		<b>Buitenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 13,20
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 13,45
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,6
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,5	
<i>Bouwstenen</i>		<u>Macrostabiliteit:</u>	
		Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m 18

Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	10,5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i> Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		heterogene deklaag achterland, tussenzandlaag

## Schetsontwerp IJzendoorn DT132.



### Ontwerpogave

- Loopt van DT129+070 tot DT139.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - Het dijktraject bij IJzendoorn is een slingerend traject tussen Ooij en Ochten.
  - Buitendijks ligt een overnachtingshaven en twee grote oude zandwinputten. De percelen tussen de haven en de dijk zijn verhoogd tot circa 0,5 meter onder de kruin van de dijk.
  - Binnendijks is het dorp en nabijgelegen industrieterrein tegen de dijk aan gebouwd.
  - Het buitentalud heeft een harde bekleding tussen DT130 en DT132.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,5 tot 0,8 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Nee

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. De gronden tussen de haven, de haven zelf en begeleidende vegetatie vormen leefgebied voor beschermde broedvogels (o.a. Zwarte stern en Tapuit). Eveneens kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks ligt een overnachtingshaven die zijn functie moet behouden.
- Kabels en leidingen
  - Bij dijkpaal DT132. ligt een data en een laagspanningskabel in de kruin van de dijk aan de buitendijkse kant. Deze zijn hier gelegen tot aan DT139. Vanaf DT139. liggen de kabels parallel aan de Lappenafweg. Bij DT130 kruist een waterleiding de dijk.
- Grondeigendom en stakeholders
  - De overnachtingshaven is in eigendom van Rijkswaterstaat, dit is inclusief de buitendijkse grond tussen dijkpaal DT130. en DT127.
  - Buitendijkse grond tussen de haven en de dijk is in particuliere eigendom. Binnendijkse gronden zijn eveneens in particuliere eigendom.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken:

- De dijk bij IJzendoorn wijkt af van de situaties elders in Neder-Betuwe. Buitendijks is er een opgehoogd terrein, alwaar slib uit de overnachtingshaven is opgebracht. Dit is nu een akker. Hier is het gewenste contrast tussen binnendijks en buitendijks minder sterk aanwezig dan elders.
- Buitendijks is de overnachtingshaven zichtbaar. Deze is vanaf de dijk niet goed te beleven.
- Binnendijks is een afwisselend landschap zichtbaar met woningen, graslandpercelen en achterkanten van een bedrijventerrein die plaatselijk tot 20 meter van de dijk komen.
- De dijk slingert op een aantrekkelijke wijze. Bij DT132. heeft de dijk over 150 meter een rechtstand.
- Archeologie
  - Langs het dijktraject van DT127. tot aan DT153 ligt buitendijks een stroomgordel buitendijks, oudste fase met hoge verwachting voor Romeinse tijd - Middeleeuwen, kans op water gerelateerde resten. Deze stroomgordel ligt van het dijklichaam tot aan het water van de haven en oude zandwinputten.
- Cultuurhistorie
  - Buitendijks ligt vanaf de dijk tot aan het water van de haven oudhoevig land. Langs de dijk lagen dijkputten met opgaand groen, deze zijn nu verdwenen.
  - Binnendijks ter hoogte van dit profiel zijn geen cultuurhistorische waarden aanwezig. Meer naar het westen, richting de kern van IJzendoorn staat een kerk met monumentale status.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **buitenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat dijkversterking in grond in de toekomst goed uitbreidbaar is, het is een voortzetting van historische dijkversterking, het heeft minder of geen grondaankoop, lage kosten en de waarden binnendijks worden gespaard.

Er is geen tot nauwelijks een rivierkundig effect omdat het voorland op hoogte ligt.

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Buitenwaarts in grond	Voorkeursalternatief	100%
Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts	-	139%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit VKA ligt de binnenteen vast en bij optimalisatie schuift de buitenteen min of meer naar buiten.

Doordat de binnendijkse zone langs de dijk nu al een aflopend maaiveld kent, circa 1:15, kan deze aanwezige helling worden doorgezet tot aan de teen van het 1:3 talud. Hierdoor wordt gefaciliteerd dat er medegebruik tot aan de teen van de dijk kan plaatsvinden en wordt voorkomen dat er een knik in het landschap komt op 16 meter afstand van de dijk. Het landschap loopt aldus door tot aan het dijktaalud. Dit wordt in de projectstukken ook wel een wig genoemd en kan in dit geval ook vormgegeven worden als een aflopend maaiveld vanaf de knik onderaan het binnentalud.

## Beschouwde alternatieven

**Buitenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de buitenzijde, naar de rivier toe. De hoogteopgave wordt aan de buitendijkse zijde opgelost waar zich geen kwetsbare waarden bevinden. Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

Dit alternatief heeft als voordeel dat de dijkversterking in grond in de toekomst uitbreidbaar is en het is een voortzetting van historische dijkversterking. Nadeel van dit alternatief is dat er een langere binnenberm ontstaat ten opzichte van de huidige situatie.

Op deze berm is medegebruik mogelijk. Hiervoor kan ook een leeflaag worden toegepast. Deze zal een kleine verhoging aan de teen van het talud ontstaan die echter zeer geleidelijk kan worden vormgegeven.

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts in grond** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan buitendijkse zijde plaats. Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

**Binnenwaarts in grond** is niet nader beschouwd omdat binnenwaarts geen ruimte is voor een versterking. Te veel waarden worden geschaad; woningen en tuinen van particulieren en landbouwgrond. Daarbij zullen de kosten voor een binnenwaartse versterking net zo hoog en mogelijk hoger zijn dan een buitenwaartse versterking doordat het voorland op hoogte ligt en de dijk dus een kort buitentalud heeft.

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond** is niet nader beschouwd omdat er hier ruimte aan de buitendijkse zijde is en binnendijks een aantal lastig in te passen afritten aanwezig zijn.

**Innovatieve oplossing** zijn niet nader beschouwd. Dijkdeuvels zullen te weinig stabiliteit geven en een innovatieve pipingmaatregel is niet aan de orde want er is geen pipingopgave.

### Landschappelijke criteria

- Bij een buitendijkse versterking ontstaat aan de binnenzijde een berm van ca. 16 meter lang, waardoor de afstand tussen de bebouwing en de dijk wordt vergroot. Het risico bestaat dat er hier een niemandsland ontstaat. Dit wordt negatief gewaardeerd maar dit effect kan voor een flink deel worden gemitigeerd.

We hanteren hier het uitgangspunt dat er een leeflaag toegepast wordt waardoor het grondgebruik (weilanden en tuinen) doorgetrokken kan worden tot aan de teen van de dijk. Dit dient te worden afgestemd met de aanwonenden en de grondgebruikers. Als hiervoor geen medewerking komt is het alternatief dat er een berm bloemrijk wordt ingericht (beheer bij WSRL).

- Buitendijkse gronden zijn hoofdzakelijk in agrarisch gebruik zonder grote landschappelijke waarden. Hier worden bij buitendijkse versterking geen schadelijke effecten gezien. Positief is dat de dijk iets dichterbij de overnachtingshaven komt te liggen waardoor zichtbaar wordt welke Waalactiviteiten daar gebeuren. Aan de buitenzijde is wenselijk om de beloofbare strook op de teen van de dijk terug te brengen. Ten slotte is het van belang om de slingers in de dijk te behouden.
- Bij het stabiliteitsscherm wordt de bermbreedte vergelijkbaar met de huidige situatie. Dit is een neutraal effect.
- Cultuurhistorie en archeologie: Een buitendijkse versterking in grond leidt tot een effect op het oudhoevig land. Het effect is klein aangezien deze historische waarde al een keer is opgehoogd met grond en nauwelijks zichtbaar is in het landschap.

### Effecten

- Rivierkunde: Opstuwing bij een buitendijkse versterking is gering (<1 mm). Uitbreiding buitendijks is kansrijk vanwege de afstand tot de Waal en de aanwezigheid van een hoog voorland in de huidige situatie.
- Natuur: Buitendijkse percelen zijn hoofdzakelijk in agrarisch gebruik. De alternatieven leiden derhalve niet tot noemenswaardige effecten op natuurwaarden. Aandachtspunt is de functie als foerageergebied voor ganzen.
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsscherm uit te breiden.

- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen. Bezien moet worden of de basalt bekleding na versterking moet worden toegepast op het buitentalud.
- Grondeigendom: een buitendijkse versterking in grond leidt tot enkele meters extra ruimtebeslag op gronden van particulieren. Het stabiliteitsscherm heeft een kleiner ruimtebeslag en is nagenoeg volledig realiseerbaar op gronden in eigendom van het waterschap.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardig verschillen.
- Kabels en leidingen: geen bijzonderheden. Kruisende waterleiding is in beide alternatieven inpasbaar.
- Duurzaamheid: meest duurzaam is het stabiliteitsscherm. Het buitenwaartse alternatief is minder duurzaam omdat er meer grondverzet nodig is (oude dijk wordt grotendeels vergraven).
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

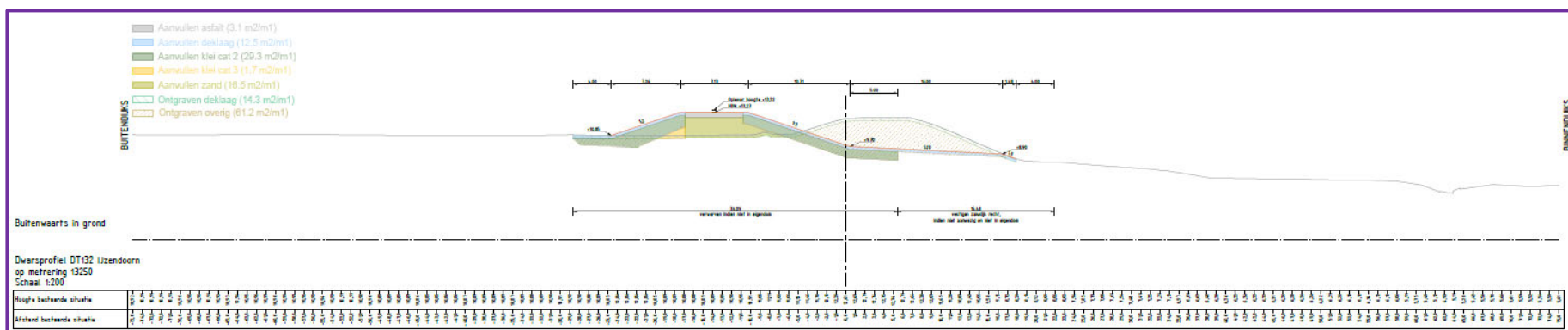
## Kosten

LCC kosten voor een oplossing in grond is lager dan voor een oplossing met een stabiliteitsscherm. Het betreft hier een relatief zware damwand (AZ38-700N). Ook zijn bij een stabiliteitsscherm werkzaamheden aan het binnen- en buitentalud nodig, waardoor het scherm een dure maatregel is.

## Alternatieven in beeld

### Schetsontwerp buitenwaarts in grond

**Buitenwaarts in grond** betekent een verbreding van de dijk in buitenwaartse richting, met een binnenberm en verschuiving van de kruin. Met dit alternatief, worden binnendijkse waarden gespaard.







## Meetgegevens

Binnen dit ontwerpdocument vallen meerdere geovakken. De meetgegevens worden weergegeven per geovak in een aparte tabel.

Algemeen	Locatie	Eenheid	
	Geovak		32
	Van dijkpaal		DT129+090
	Tot dijkpaal		DT134+065
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,80
	Maaiveld binnendijs (representatief)	m + NAP	6,4
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,4
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	5 - 6
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei siltig, klei humeus, klei organisch
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,27
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,42
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,5
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,27
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,52
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6

<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	26
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	16
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	16
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	van toepassing
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	van toepassing
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		
<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		33
	Van dijkpaal		DT134+065
	Tot dijkpaal		DT139+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,65

	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	6,5
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,1
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	2 - 3
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei siltig, klei zandig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,26
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,41
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,5
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,20
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,45
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,7
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	16
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	8,5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	13
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	van toepassing
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	

	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		DT135+080 - DT141
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

## Schetsontwerp IJzendoorn DT141.



Locatie IJzendoorn, dijkpaal DT141.

### Ontwerpogave

- Loopt van DT139. tot DT144.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - Het dijktraject bij IJzendoorn is een slingerend traject tussen Ooij en Ochten.
  - Buitendijks ligt een overnachtingshaven. De percelen tussen de haven en de dijk zijn verhoogd tot circa 0,5 meter onder de kruin van de dijk.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,6 tot 0,8 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja – NADER ONDERZOEK

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. De gronden tussen de haven, de haven zelf en begeleidende vegetatie vormen leefgebied voor beschermde broedvogels (o.a. Zwarte stern en Tapuit). Eveneens kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen). Bij DT143 is een bezet (kunstmatig) ooievaarsnest aanwezig.
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks ligt een overnachtingshaven die zijn functie moet behouden.
- Kabels en leidingen
 

Ter hoogte van DT140 liggen er buitendijks en binnendijks geen kabels en leidingen. Van DT142. tot DT143. liggen een data- en middenspanningskabel parallel in de kruin van de dijk. Deze komen vanaf de dorpsstraat en gaan bij dijkpaal DT143. Buitendijks parallel aan de Nieuweweg naar de bedrijfspanden.
- Grondeigendom en stakeholders
  - De overnachtingshaven is in eigendom van Rijkswaterstaat, dit is inclusief de buitendijkse grond tussen dijkpaal DT130. en DT127.
  - Buitendijkse grond tussen de haven en de dijk is in particuliere eigendom. Binnendijkse gronden zijn eveneens in particuliere eigendom.

#### Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken:

- De dijk bij IJzendoorn wijkt af van de situaties elders in Neder-Betuwe. Buitendijks is er een opgehoogd terrein, alwaar slib uit de overnachtingshaven is opgebracht. Dit is nu een akker. Hier is het gewenste contrast tussen binnendijks en buitendijks minder sterk aanwezig dan elders. Ook de ontwikkeling van buitendijkse bebouwing (Dekkergroep) draagt daaraan bij.

- Binnendijks zijn er achterkanten van woningen die op heel verschillende wijze zichtbaar zijn: nieuwbouwwoningen op afstand op de dijk; groene achterkanten nabij de kerk en bij DT140. harde achterkanten van schuurtjes langs de teen van de dijk die gezamenlijk een rommelig beeld geven.
- Archeologie
  - Langs het dijktraject van DT127. tot aan DT153 ligt buitendijks een stroomgordel buitendijks, oudste fase met hoge verwachting voor Romeinse tijd - Middeleeuwen, kans op water gerelateerde resten. Deze stroomgordel ligt van het dijklichaam tot aan het water van de haven en oude zandwinputten.
  - Van dijkpaal DT 141. tot DT145. ligt buitendijks en binnendijks oude woongrond met zeer hoge verwachting en (Middeleeuwse) dorpskernen/historische locatie met zeer hoge verwachting.
- Cultuurhistorie
  - Buitendijks ligt vanaf de dijk tot aan het water van de haven oudhoevig land. Langs de dijk lagen dijkputten met opgaand groen, deze zijn nu verdwenen.
  - Ter hoogte van dijkpaal DT143 zijn er buitendijks vindplaatsen van een verdwenen huis en kerk. Binnendijks staat er een oude dorpskerk uit omstreeks 1384. De kerk staat tegen de teen van de dijk. De kerk is een rijksmonument.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **buitenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat dijkversterking in grond in de toekomst goed uitbreidbaar is, het is een voortzetting van historische dijkversterking, het heeft minder of geen grondaankoop, lage kosten en de waarden binnendijks worden gespaard. Voorlopig is er een verticale pipingmaatregel meegenomen in het VKA. Er zal geen of nauwelijks een rivierkundig effect zijn vanwege het hoge voorland.

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Buitenwaarts in grond	Voorkeursalternatief	100%
Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts	-	169%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit VKA ligt de binnenteen vast en bij optimalisatie schuift de buitenteen meer of minder naar buiten.

## Beschouwde alternatieven

**Buitenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de buitenzijde, naar de rivier toe. De hoogteopgave wordt aan de buitendijkse zijde opgelost waar zich geen kwetsbare waarden bevinden. Er is een verticale pipingmaatregel voorzien.

Dit alternatief heeft als voordeel dat de dijkversterking in grond in de toekomst uitbreidbaar is en het is een voortzetting van historische dijkversterking. Nadeel van dit alternatief is dat er een langere en hogere binnenberm ontstaat ten opzichte van de huidige situatie. Op deze berm is medegebruik mogelijk die verbonden kan worden met (semi-)openbare functies als dorps huis en speeltuin. Hiervoor kan een wig / flauwer talud aan de berm worden toegepast. In overleg met de omgeving dient hier nadere planvorming voor plaats te vinden.

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts in grond** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan buitendijkse zijde plaats.

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond** is niet nader beschouwd omdat er hier weinig of geen ruimte aan de buitendijkse zijde is en er binnendijks veel bebouwing aanwezig is met impact op tuinen en het kerkterrein.

**Binnenwaarts in grond** is niet nader beschouwd omdat er hier weinig of geen ruimte aan de buitendijkse zijde is en er binnendijs veel bebouwing aanwezig is met impact op tuinen en het kerkerrein. Daarbij zullen de kosten voor een binnenwaartse versterking net zo hoog en mogelijk hoger zijn dan een buitenwaartse versterking doordat het voorland op hoogte ligt en de dijk dus een kort buitentalud heeft.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd. Dijkdeuvels zullen te weinig stabiliteit geven en daarnaast is wellicht nog steeds een pipingmaatregel noodzakelijk.

## Landschappelijke criteria

- Bij een buitendijkse versterking ontstaat aan de binnenzijde een korte berm van ca. 5,5 meter lang, waardoor de afstand tussen de bebouwing en de dijk iets wordt vergroot. Dit wordt licht negatief gewaardeerd. Tegelijkertijd biedt dit ook een kans om de tussenruimte in te richten als een landschapszone (park voor het dorp). Hiervoor kan een recreatieve verbinding met beplanting worden gemaakt langs het dorpshuis, de speeltuin en de woningen naar de aansluiting van de Wielewaal op de dijk. Vooral nog is het uitgangspunt dat er geen leeflaag toegepast wordt en de berm bloemrijk wordt ingericht (beheer bij WSRL). Buitendijkse gronden zijn hoofdzakelijk in agrarisch gebruik zonder grote landschappelijke waarden. De populieren lijken vooral nog inpasbaar.
- Bij het stabiliteitsscherm wordt de bermbreedte vergelijkbaar met de huidige situatie. Dit is een neutraal effect.
- Cultuurhistorie en archeologie: Een buitendijkse versterking in grond leidt tot een zeer beperkt effect op het oudhoevig land. Deze historische waarde is al een keer opgehoogd met grond en is nauwelijks zichtbaar in het landschap.

Aandachtspunt in beide alternatieven vormt de voormalige kasteellocatie buitendijs bij DT 143.

- Aangezien er ook rond het dorpshuis planvorming plaatsvindt voor (ver)nieuwbouw is het wenselijk om een afstemming te organiseren tussen die planvorming en de dijk met zijn inpassingswensen. Er kan met de dijkversterking mogelijk ook nog wat extra ruimte worden gemaakt voor ontwikkelingen in de omgeving.

## Effecten

- Rivierkunde: Opstuwing bij een buitendijkse versterking is gering (<1 mm). Uitbreiding buitendijs is kansrijk vanwege de afstand tot de Waal en de aanwezigheid van een hoog voorland in de huidige situatie.
- Natuur: Buitendijkse percelen zijn hoofdzakelijk in agrarisch gebruik. De alternatieven leiden derhalve niet tot noemenswaardige effecten op natuurwaarden. Aandachtspunt is de functie als foerageergebied voor ganzen.
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsscherm uit te breiden.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Grondeigendom: een buitendijkse versterking in grond is grotendeels realiseerbaar op gronden in eigendom van het waterschap. Bij het stabiliteitsscherm is het vestigen van een zakelijk recht strook aan de binnenzijde benodigd.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Kabels en leidingen: geen bijzonderheden.
- Duurzaamheid: meest duurzaam is het stabiliteitsscherm. Het buitenwaartse alternatief is minder duurzaam omdat er meer grondverzet nodig is (oude dijk wordt grotendeels vergraven).
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.

- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

## Kosten

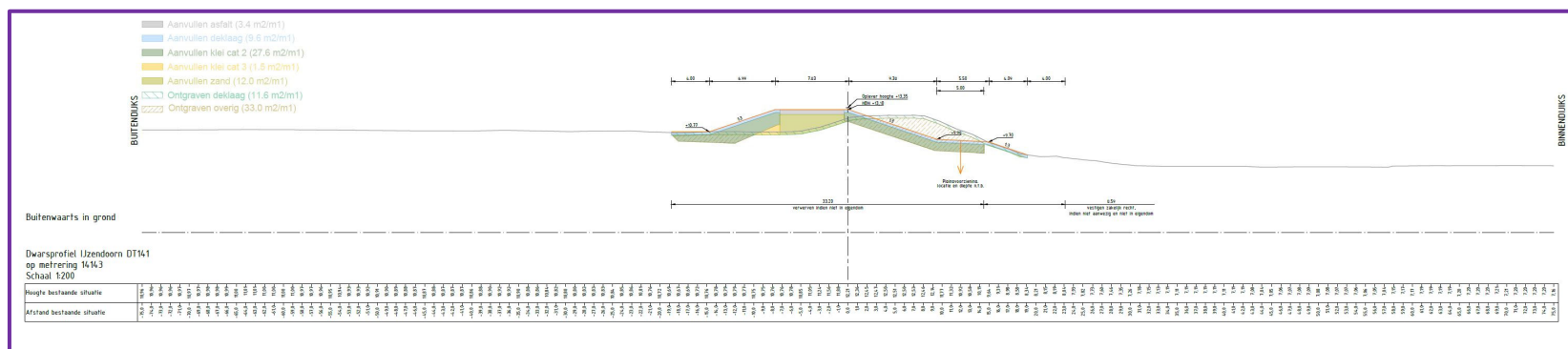
LCC kosten voor een oplossing in grond is lager dan voor een oplossing met een stabiliteitsscherm. Het betreft hier een relatief zware damwand (AZ38-700N). Ook zijn bij een stabiliteitsscherm werkzaamheden aan het binnen- en buitentalud nodig, waardoor het scherm een dure maatregel is. Bij een buitendijkse oplossing in grond zijn er beperkte vastgoedkosten.



## Alternatieven in beeld

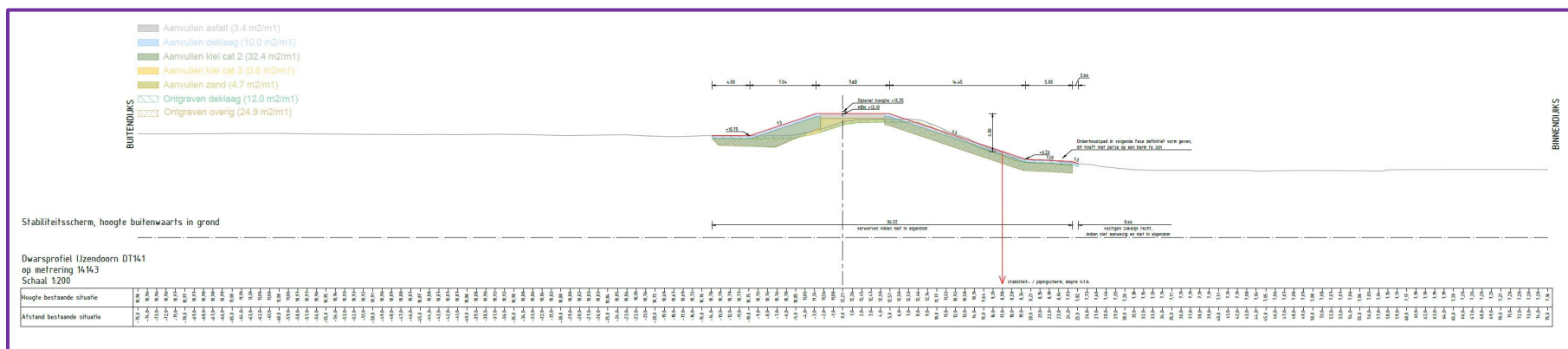
### Schetsontwerp buitenwaarts in grond

**Buitenwaarts in grond** betekent een verbreding van de dijk in buitenwaartse richting, met een binnenberm en verschuiving van de kruin. Met dit alternatief, worden binnendijkse waarden gespaard.



## Schetsontwerp stabiliteitsscherm en hoogte buitenwaarts in grond

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts** is een alternatief, waardoor het huidige profiel grotendeels gehandhaafd blijft. Dit betreft een verankerde stalen damwand in de binnenberm. Alleen vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan buitendijkse zijde plaats. Met dit alternatief, worden binnendijkse waarden gespaard maar wordt voor het inbrengen van het stabiliteitsscherm en overslagbestendig maken van het binnentalud wel aan de binnenkant gewerkt.



## Meetgegevens

Algemeen	Locatie	Eenheid	
	Geovak		34
	Van dijkpaal		DT139+000
	Tot dijkpaal		DT144+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,59
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	7,2
	Kerende hoogte huidige dijk	m	5,4
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	2 - 3
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei siltig, klei zandig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,13
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,28
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,10
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,35
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,7
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		

Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	13
Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	5,5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Talud
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	van toepassing
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i> Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		DT142+090 - DT143+050
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		hoge conusweerstand

## Schetsontwerp Echteld DT150.



Locatie Echteld, dijkpaal DT150.

### Ontwerpopgave

- Loopt van DT144. tot DT154.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Echteld gaat net voor IJzendoorn over in een slingerende dijk.
  - Kenmerkend zijn buitendijks de akkers en weilanden afgewisseld door enkele wateren. Binnendijks liggen twee markante wielen en wordt grasland afgewisseld met enkele boerderijen, boomkwekers en bomen(gaarden).
  - Buitendijks heeft de dijk een harde bekleding.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,5 tot 0,6 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Nee, huidige berm voldoet
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja, pipingmaatregel nodig

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - De dijk slingert tussen waterelementen binnen en buitendijks. Binnendijks gaat het om 2 wielen. Buitendijks zijn de waterelementen een relict van een moerassige zone langs de buitenzijde van de dijk.
- Kabels en leidingen
  - Binnendijks ligt een laagspanningskabel parallel aan de dijk van dijkpaal DT152. tot en met DT149. Deze kruist de dijk bij DT152.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Het dijklichaam, inclusief de op- en afritten is in eigendom van het waterschap
  - De gronden binnendijks en buitendijks zijn in particuliere eigendom. De weg Zondagsestraatje is in eigendom van de gemeente Neder Betuwe.

### Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken:

- De slingering in de dijk is op zichzelf waardevol en dient behouden te blijven.
- Binnendijks liggen enkele landbouwpercelen en er staan enkele karakteristieke solitaire bomen. Bij DT150. staat een karakteristiek maar niet monumentaal erf bij de dijk.
- Archeologie: Buitendijks ligt een oude stroomgordel met hoge verwachting voor Romeinse tijd - Middeleeuwen, kans op water gerelateerde resten. Deze zandige stroomgordel verklaart mede de aanwezigheid van wielen.

- Cultuurhistorie: Binnendijks liggen enkele wielen. Buitendijks ligt een perceel van DT151. tot DT146. met oudhoevig land. Hier lagen ook dijkputten met opgaand groen, deze zijn nu verdwenen. Hiervan resteren de twee buitendijkse waterelementen aan de voet van de dijk.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **binnenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat het weinig effecten heeft, het is een voortzetting van historische dijkversterking, past bij beleid waterschap waarbij de voorkeur is voor een binnenwaartse oplossing in grond en heeft lage kosten. Het beleid van het waterschap schrijft voor dat als een grondoplossing binnenwaarts mogelijk is met weinig effecten dit altijd de voorkeur heeft vanwege toekomstige uitbreidbaarheid en behoud van ruimte voor de rivier. Andere alternatieven zijn niet nader beschouwd.

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten
Binnenwaarts in grond	Voorkeursalternatief	-

Het buitentalud blijft gehandhaafd. De teen aan de binnenzijde kan mogelijk meer naar binnen schuiven al is de verwachting dat de huidige berm lang genoeg is. Mocht blijken dat de berm toch een stuk langer moet, dan moet mogelijk het alternatief buitenwaarts in grond alsnog beschouwd worden om inpassing mogelijk te maken, en de kosten zullen dan nauwelijks tot niet verschillen. Mogelijk kan hier in de planuitwerking een optimalisatie ontstaan aan buitendijkse of binnendijkse zijde. Bij woonhuis Zondagestraatje 1 is een inpassingsopgave.

## Beschouwde alternatieven

**Binnenwaarts in grond** betekent een binnenwaartse verbreding van de dijk waardoor de hoogteopgave binnendijks wordt opgelost. Bij dit alternatief moet de berm iets verhoogd worden en is een verticale oplossing benodigd als pipingmaatregel.

**Buitenwaarts in grond** is niet nader beschouwd, omdat het ruimtebeslag vergelijkbaar is met het binnenwaartse alternatief en de bermen binnendijks goed inpasbaar zijn bij een binnenwaartse versterking (beleid waterschap). De opgave is beperkt waardoor de huidige berm voldoet.

**Stabiliteitsscherm** is niet nader beschouwd, omdat er geen stabiliteitsopgave aanwezig is. De opgave is beperkt waardoor de huidige berm voldoet.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd omdat een grondoplossing goed inpasbaar is.

## Landschappelijke criteria

- Binnendijkse versterking:
  - Versterking is nagenoeg inpasbaar op de bestaande berm. Wel dient rekening gehouden te worden met 4 meter onderhoudsstrook als ruimtelijke reservering (of maatwerk door plaatselijk geen onderhoudsstrook te accepteren);
  - Negatief effect is een hogere binnenberm.
- Archeologie: Geen effecten.
- Bij de inpassing van de berm bij de woning/tuin bij Zondagestraatje 1 is maatwerk nodig. Een mogelijkheid is om hier plaatselijk een iets hogere berm toe te passen of plaatselijk een scherm.

## Effecten

- Rivierkunde: Geen effecten vanwege binnenwaartse maatregel;
- Natuur: geen grote onderscheidende factoren. Beplanting buitendijks bij DT147. lijkt waarde te hebben voor beschermde vogelsoorten. Mogelijk staat dit op gespannen voet met de wens voor een onderhoudsstrook hier.
- Uitbreidbaarheid: geen noemenswaardig effect.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardig effect.
- Grondeigendom: binnenwaarts alternatief leidt tot enkele meters extra ruimtebeslag op gronden van particulieren. Hier dient een zakelijk recht gevestigd te worden.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardig effect.
- Kabels en leidingen: Bij DT153. ligt een HD gasleiding (niet in gebruik) in de teen van het huidige buitentalud. Bij het binnenwaarts alternatief ligt deze leiding in de zone waar een onderhoudsstrook gerealiseerd moet worden. Aangezien de leiding geen functie meer lijkt te hebben, kan deze mogelijk worden verwijderd.
- Duurzaamheid: geen noemenswaardig effect.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig effect.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardig effect.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

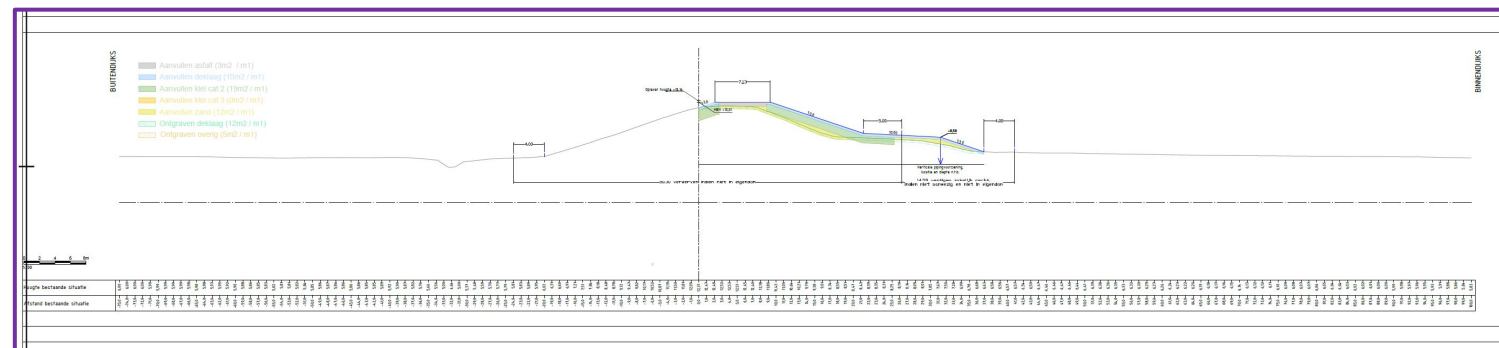
## Kosten

Binnenwaarts in grond heeft lage kosten (zowel investerings- als levensduurkosten) volgens de kostenberekening. Belangrijk aandachtspunt is nog hoe wordt omgegaan met aankoop van grond en zeker stellen van zakelijkrecht (o.a. bij Zondagsestraatje 1).

## Alternatieven in beeld

### Schetsontwerp binnenwaarts in grond

**Binnenwaarts in grond** betekent een binnenwaartse verbreding van de dijk waardoor de hoogteopgave binnendijks worden opgelost. Bij dit alternatief moet de berm iets verhoogd worden en is een verticale oplossing benodigd als pipingmaatregel.





## Meetgegevens

Binnen dit ontwerpdocument vallen meerdere geovakken. De meetgegevens worden per geovak weergegeven in een aparte tabel.

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		35
	Van dijkpaal		DT144+000
	Tot dijkpaal		DT151+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,56
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	6,5
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,1
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	0 - 2
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei zandig, klei siltig en zand
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,01
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,16
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,6
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,5
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,98
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,23
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,6
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		

Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	10
Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	9
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		ja
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		36a
	Van dijkpaal		DT151+000
	Tot dijkpaal		DT152+050
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,57
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	6

	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,6
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	0 - 2
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei zandig, klei silitig en zand
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,86
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,01
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,4
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,4
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,85
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,10
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,5
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,5
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	10
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	8
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	

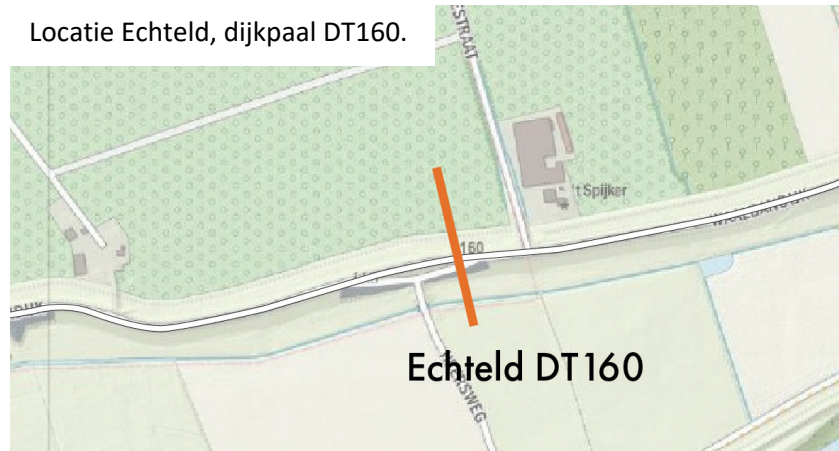
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		ja
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

	<i>Algemeen</i> <b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		36b
	Van dijkpaal		DT152+050
	Tot dijkpaal		DT155+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,52
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	5,5
	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,0
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	0 - 2
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei zandig, klei siltig en zand
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,97
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,12
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,6
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,5

	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,94
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,19
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	10
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	8
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		ja
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

## Schetsontwerp Echteld DT160.

Locatie Echteld, dijkpaal DT160.



### Ontwerpopgave

- Loopt van DT154. tot DT166.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Echteld is een vrij rechtstandig dijktraject tussen IJzendoorn en Ooij.
  - Kenmerkend is de open en agrarische setting. Binnendijs fruitteelt tot aan de teen van de dijk en buitendijs akker en weiland.
  - Dichtbij dit profiel zit een boerderij met een jaren vijftigwoning en oude schuur dicht bij de dijk.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,6 tot 0,7 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja, versterking is nodig
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Nee, bestaand voorland voldoet

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijs ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijs (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijs gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijs ligt een A-watgang, die zijn functie moet blijven behouden.
- Kabels en leidingen
  - Buitendijs: Parallel aan de dijk ligt een hoge druk gasleiding. Tussen dijkpaal 163 en 164 is de afstand van de HD gasleiding tot de teen van de waterkering het kleinste (circa 20 m). De verstoringszone van deze HD gasleiding is circa 6,8 m. Vanwege de aanwezige sloot zal de verstoringszone niet voorbij deze sloot reiken.
  - Ter hoogte van dijkpaal 159 kruist deze HD gasleiding de waterkering. Binnendijs ligt deze in een verhoogd grondlichaam (afrit).
- Grondeigendom en stakeholders
  - Gronden binnendijs zijn vanaf de teen van de huidige berm in particulier eigendom;
  - Buitendijs is zone tot en met de sloot hoofdzakelijk in eigendom van het Waterschap.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapkenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen

- Historische waarde van voormalig kasteelterrein is van belang, prikkelt de verbeelding en kan aanleidingen bieden voor maatwerk.
- Momenteel is dit een puur agrarisch landschap met veel fruitteelt binnendijs en uitgestrekte velden buitendijs.

- Aan de westzijde staat een rij populieren in de uiterwaard. Buitendijks ligt een strook met particulier kleinschalig gebruik (paarden)
- Archeologie
  - AMK-terrein Middeleeuwen laat: 1050 - 1500 nC.
  - Nabij de woning ligt een voormalig Kasteelterrein/buitenplaats (al dan niet met gracht) en oude woongrond - zeer hoge verwachting.
  - Op enige afstand van de dijk een stroomgordel met hoge verwachting voor Romeinse tijd - Middeleeuwen.
- Cultuurhistorie
  - Sporen van dijkputten zijn zichtbaar.
  - Oudhoevig land.
  - Buitendijks ligt net iets oostelijker, dicht bij de dijk, een water dat een historisch restant is van mogelijk een wiel of een 19e eeuwse vergraving.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **binnenwaarts in grond** met leeflaag heeft de voorkeur omdat het een verbetering van de ruimtelijke kwaliteit oplevert, de minste kosten heeft en de HD gasleiding DT159. met deze oplossing ongemoeid laat. Het beleid van het waterschap schrijft voor dat als een grondoplossing binnenwaarts mogelijk is met weinig effecten dit altijd de voorkeur heeft vanwege toekomstige uitbreidbaarheid en behoud van ruimte voor de rivier.

Alternatief	Voorkeur	Investeringskosten*
Binnenwaarts in grond met leeflaag	Voorkeursalternatief	100%
Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts	-	193%
Buitenwaarts in grond	-	167%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

De buiten teen ligt voor het ontwerp vast en optimalisaties zijn binnenwaarts. Aandachtspunt zijn de verschillen in kruinbreedte.

Van landschappelijke overwegingen, aansluitend bij het RKK, willen we nadrukkelijk onderzoeken of het toepassen van een leeflaag haalbaar is. Hiermee versterken we de landschappelijke waarden en nemen we het beeld van een 'niemandslaan' langs de dijk weg.

*Vanuit het RKK hebben we als doel gesteld om waarden te behouden en waar mogelijk te versterken. Desondanks zullen er dijktrajecten zijn waar waarden geschaad worden, negatieve effecten, vandaar dat we zeggen er moeten ook dijktrajecten zijn waarbij de waarden versterkt worden.*

Het toepassen van een leeflaag is vanuit dijktechniek geen probleem, beheerder is akkoord, beleid van het waterschap betreft grondzaken, is nog niet in lijn, en uiteraard moet met de bewoners / landeigenaren in gesprek worden gegaan over de wenselijkheid en exacte inpassing van een leeflaag.

Mocht het zo zijn dat een leeflaag niet gerealiseerd wordt dan betekent dit dat er nog steeds de voorkeur is voor een binnenwaartse oplossing in grond. De huidige berm wordt langer wat tot een kleine verslechtering leidt van de landschappelijke waarde. Deze waarden zijn dan nog niet binnen het VKA gecompenseerd.

## Beschouwde alternatieven

**Binnenwaarts in grond met leeflaag** betekent een binnenwaartse verbreding van de dijk waardoor de hoogte- en stabiliteitsopgave binnendijks worden opgelost. Er kan een leeflaag aangebracht worden waardoor fruitteelt kan plaatsvinden op de stabiliteitsberm, en in de eindsituatie de fruitteelt dichter tegen de dijk komt te staan.

Het gebruik van de leeflaag is afhankelijk van medewerking van aanliggende grondgebruikers. We beschouwen een binnendijkse oplossing zonder leeflaag als terugvaloptie.

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts** is een alternatief, waardoor het huidige profiel grotendeels gehandhaafd blijft. Dit betreft een verankerde stalen damwand in de binnenberm. Alleen vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan binnendijkse zijde plaats (hierdoor kan het buitentalud gehandhaafd blijven).

**Buitenwaarts in grond** betekent een verbreding van de dijk in buitenwaartse richting en enige verschuiving van de kruin. Met dit alternatief worden binnendijkse waarden (fruitteelt) gespaard. De huidige binnenberm wordt groter.

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts** is niet nader beschouwd omdat deze oplossing duurder zal zijn dan een stabiliteitsscherm met hoogte binnenwaarts. Bij de hoogte opgave buitenwaarts oplossing moet ook het buitentalud aangepast worden.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd, omdat grondoplossing goed inpasbaar is en omdat dijkdeuvels in deze situatie geen grote voordelen biedt t.o.v. een stabiliteitsscherm.

## Landschappelijke criteria

- Binnendijkse versterking (voorkeursoplossing)
  - Het uitgangspunt is dat er een leeflaag toegepast wordt en fruitteelt doorloopt over de stabiliteitsberm tot aan de nieuwe beheerstrook op de berm. Totale verschuiving van de huidige binnenteen is circa 30 meter voor een berm met leeflaag. Puur voor stabiliteit is een verbreding van ca. 8 meter nodig (dus gerekend zonder leeflaag).

- Aandachtspunten in het terrein ten oosten hiervan, zijn een woning en een AMK-terrein (archeologie).
- Archeologie: Raakvlak met AMK-terrein vergt aanvullend archeologisch onderzoek, maar is niet direct belemmerend voor een binnendijkse versterking.
- Buitendijkse versterking
  - Totale verschuiving naar buiten is ca. 7 meter (plus 4 meter onderhoudsstrook als ruimtelijke reservering).
  - Binnendijks wordt de huidige teenlijn gehandhaafd. Er wordt geen leeflaag toegepast.
- Constructie geeft weinig ruimtelijk effect.

## Effecten

- Rivierkunde: Opstuwing bij een buitendijkse versterking is aanzienlijk (> 1 mm). Dat maakt een uitbreiding buitendijks weinig kansrijk;
- Natuur: Geen grote onderscheidende factoren. Behoud van foerageergebied ganzen bij een buitendijkse versterking is een aandachtspunt;
- Uitbreidbaarheid: een oplossing in grond heeft de voorkeur.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Grondeigendom: Binnendijkse oplossing leidt tot aankoop/vestigen zakelijk recht over een strook van ca. 8 meter en tot tijdelijke dervingskosten (verminderde opbrengsten fruitteelt). Constructieve oplossingen lijken te passen binnen het eigendom van het waterschap. Buitendijkse oplossing past grotendeels op eigendom van het waterschap, ten westen van de afrit is dan verwerving van een strook van ca. 11 meter benodigd.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Kabels en leidingen: de kruisende HD gasleiding ter hoogte van DT159. hoeft niet aangepast te worden bij een binnendijkse versterking. Bij de buitenwaartse versterking moet de gasleiding mogelijk aangepast worden en bij een constructieve versterking moet constructie hierop worden aangepast.



- Duurzaamheid: Meest duurzaam is het binnenwaarts alternatief. Bij de buitendijkse oplossing vindt veel grondverzet plaats en moet grond (klei/zand) van buiten het project worden aangevoerd, hetgeen de grootste impact op duurzaamheid heeft. Het alternatief met de constructie is minder duurzaam dan het binnenwaarts alternatief, omdat er bij de constructie nog relatief veel grond moet worden aangevoerd.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Wenselijkheid en inpassing leeflaag nog niet afgestemd met de omgeving.

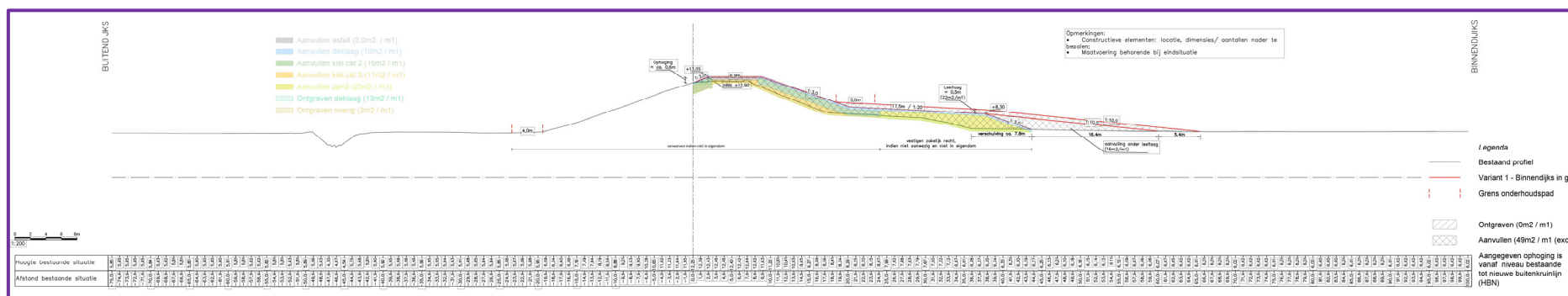
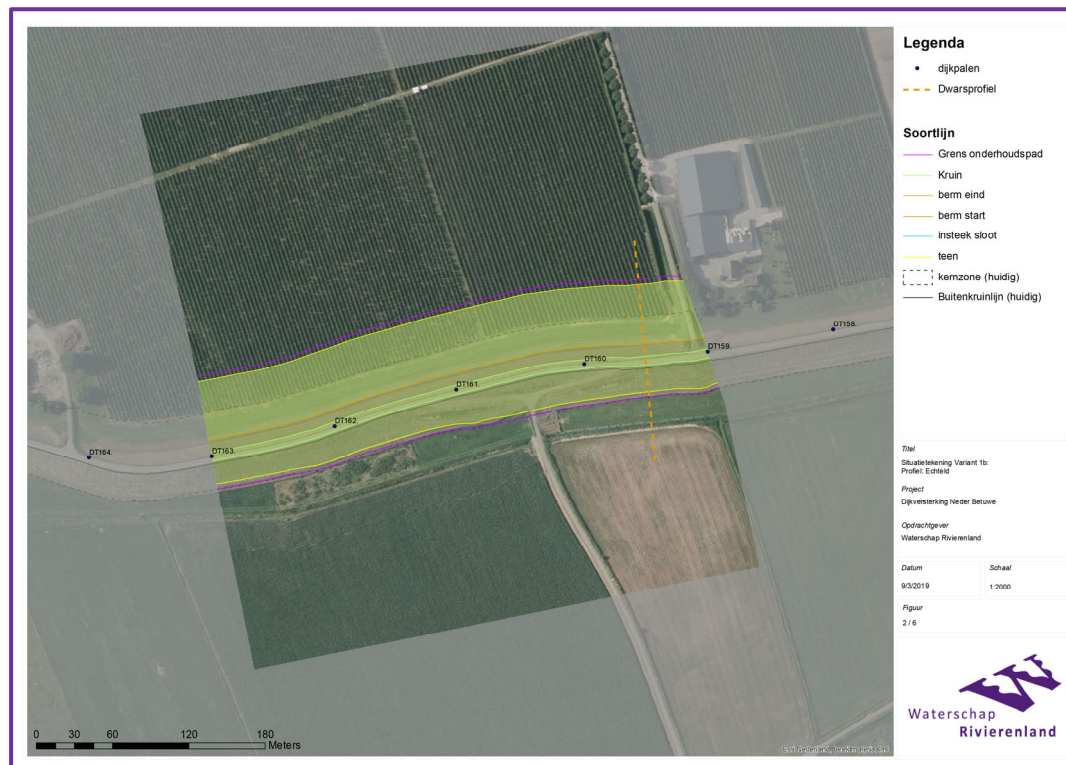
## Kosten

Grondstromen en kosten: Binnenwaarts in grond heeft qua investeringskosten de minste kosten (zowel investerings- als levensduurkosten, LCC). Ten opzichte van het buitenwaartse alternatief is er minder grondverzet, doordat bij het binnenwaarts alternatief geen werkzaamheden aan het buitentalud zijn. Bij het stabiliteitsscherp is nog relatief veel grondverzet nodig, waardoor dit geen kostenefficiënte maatregel is t.o.v. het binnenwaarts alternatief in grond. De langsliggende leiding en watergang wordt in geen van de oplossingen beïnvloed. De kruisende gasleiding is met name in het buitenwaarts alternatief een ontwerpogave (toename gronddruk).

# Alternatieven in beeld

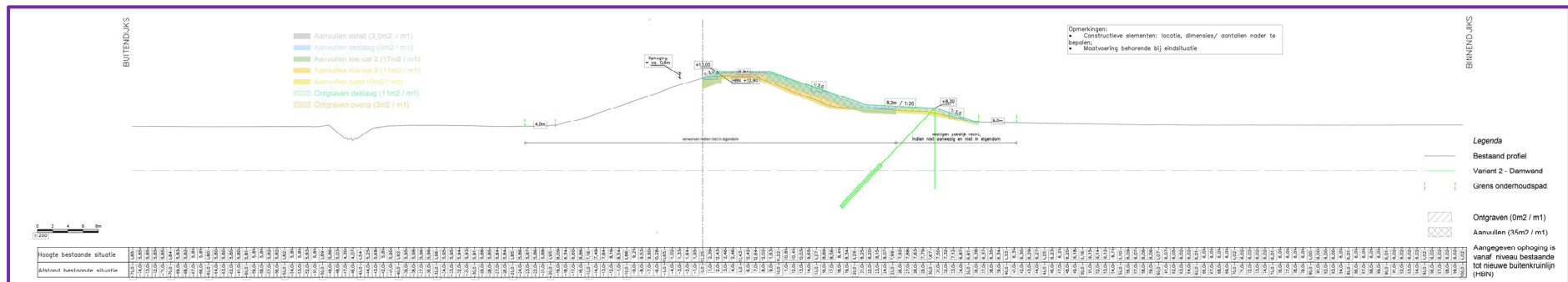
## Schetsontwerp binnenwaarts in grond met leeflaag

**Binnenwaarts in grond met leeflaag** betekent een binnenwaartse verbreding van de dijk waardoor de hoogte- en stabiliteitsopgave binnendijsk worden opgelost. Er wordt een leeflaag aangebracht waardoor fruitteelt kan plaatsvinden op de stabiliteitsberm, en in de eindsituatie de fruitteelt dicht tegen de dijk komt te staan.



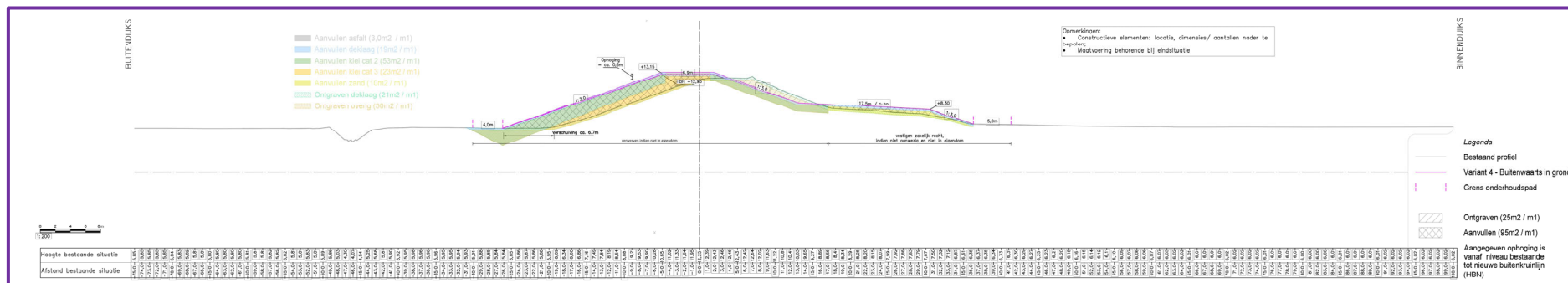
## Schetsontwerp Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts** is een alternatief, waardoor het huidige profiel grotendeels gehandhaafd blijft. Dit betreft een verankerde stalen damwand in de binnenberm. Alleen vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan binnendijkse zijde plaats (hierdoor kan het buitentalud gehandhaafd blijven).



## Schetsontwerp Buitenwaarts in grond

**Buitenwaarts in grond** betekent een verbreding van de dijk in buitenwaartse richting en enige verschuiving van de kruin. Met dit alternatief, worden binnendijkse waarden (fruitteelt) gespaard.



## Meetgegevens

Binnen dit ontwerpdocument vallen meerdere geovakken. De meetgegevens worden per geovak weergegeven in een aparte tabel.

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		37a
	Van dijkpaal		DT155+000
	Tot dijkpaal		DT161+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,49
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	5,8
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,7
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	5 - 6
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei siltig, klei humeus, klei organisch
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	13,07
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,22
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,92
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,17
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,7
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		

Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	17
Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	9,5
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	14
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i> Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		37b
	Van dijkpaal		DT161+000
	Tot dijkpaal		DT165+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,46
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	5,8
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,7
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	5 - 6
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei siltig, klei humeus
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,94
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,09
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,6
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,86
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,11
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	17
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	9,5
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm

	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	14
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		



<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		38a
	Van dijkpaal		DT165+000
	Tot dijkpaal		DT168+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,39
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	5,4
	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,0
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	5 - 6
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei zandig, klei humues, klei organisch
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,92
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,07
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,83
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,08
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,7
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	23
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	15
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm

Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	13
<i>Piping:</i>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

## Schetsontwerp Echteld/Ooij DT172.



### Ontwerpopgave

- Loopt van DT166. tot DT173+050.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Ooij, dijkpaal DT 172. is een recht dijktraject rondom de brug van de N323 ter hoogte van een oude stroombaan.
  - Kenmerkend zijn buitendijks de akkers en weilanden met op enige afstand activiteit van delfstofwinning. Binnendijks wordt grasland afgewisseld enkele boerderijen, boomkwekers en bomen(gaarden).
  - De situatie wordt sterk gedomineerd door de Willem-Alexanderweg en de brug waarvan het landhoofd steunt op de dijk. Om de weg staan diverse beplantingen.
  - Bij dit profiel is een oude stroombaan zichtbaar waarbij de akkers diagonaal op de dijk georiënteerd zijn.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,6 tot 0,9 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja, versterking is nodig
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Nee

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks ligt een A-watgang, die zijn functie moet behouden.
- Kabels en leidingen
  - Buitendijks ligt een hogedruk gasleiding. Deze leiding ligt circa 5 meter of verder naast watgang buitendijks (rivierzijde).
- Grondeigendom en stakeholders
  - De buitendijkse A-watgang is in eigendom van het waterschap.
  - De buitendijkse gronden zijn in particuliere eigendom.
  - De binnendijkse grond is in particulier eigendom.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen:

- De kruising tussen dijk en WA weg is een belangrijk knelpunt. De dijk nadert inmiddels de hoogte van de snelweg op het landhoofd. Continuïteit van de dijkbeleving is onderbroken doordat de weg onder de brug door moet. Het is belangrijk om in de weginrichting duidelijk te maken dat de doorgaande verbinding de dijk volgt en dat hier geen sprake is van een doodlopende weg.

- Buitendijks staat een lange rij bomen (850meter) langs de dijk die is gepland bij aanleg van de brug. Er lijkt hier sprake te zijn van dramatisering naast het brugontwerp van destijds. De doorsnijding van het dijklandschap wordt extra aangezet door een bomenrij op de rand van de dijk en uiterwaard. Volgens onze huidige visie op het dijklandschap is deze bomenrij geheel misplaatst. Het dijklandschap heeft dit niet nodig. De brug is al opvallend en herkenbaar genoeg. Maar de bomen staan er nu en hebben betekenis als levende organismen en als een historische blik op het landschap waarin trots op infrastructuur het landschap vormgaf. We streven ernaar om de continuïteit van de bomenrij te bewaken en om recht te doen aan die historische intentie.
- Binnendijks staat een woning dicht bij de dijk met opgaande beplanting in de tuin. Ook staan er enkele bossages van o.a. wilg langs de dijk en bomen langs de WA-weg die de oudere boomgaarden hier overschaduwden.
- Te verwachten valt dat hier bij zeer hoog water wellicht opstuwing zal ontstaan omdat de ruimte onder de brug veel beperkter is dan de kruin van de dijk.
- Archeologie
  - Binnendijks ligt een archeologische vindplaats van een woning, net ten noorden van De Kikvors.
  - Op de kruin van de waterkering liggen enkele vindplaatsen uit historische bron.
- Cultuurhistorie: Buitendijks ligt een restant van een oude strang. Dit is aan het verlanden en zo klein dat het weinig opvalt. Dit relict is het behouden waard. Net ten zuiden van de strang ligt een oude zomerdijk.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **Binnenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat de effecten beperkt zijn en de kosten het laagst zijn. Buitenwaarts in grond heeft een rivierkundig negatief effect, en een stabiliteitsscherm is veel duurder. Het beleid van het waterschap schrijft voor dat als een grondoplossing binnenwaarts mogelijk is met weinig effecten dit altijd de voorkeur heeft vanwege toekomstige uitbreidbaarheid en behoud van ruimte voor de rivier.

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Binnenwaarts in grond	Voorkeursalternatief	100%
Buitenwaarts in grond	-	157%
Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts	-	194%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

De buitenteen ligt vast en optimalisatie in de planuitwerking is de breedte van de berm aan de binnenzijde. Optimalisatie in de planuitwerking is de aansluiting op de brughoofden. Daarnaast moet gekeken worden of het buitentalud niet voorzien moet worden van een harde bekleding. Voor woning Waalbandijk nr.40 is de ingreep aanzienlijk. In de planuitwerking moet bekeken worden hoe we zoveel mogelijk van dit perceel kunnen behouden. Bij DT174. zal de dijk naar buiten gaan, bij DT173. naar binnen.

## Beschouwde alternatieven

**Binnenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de binnenzijde. Dit alternatief heeft als voordeel dat de dijkversterking in grond in de toekomst goed uitbreidbaar is. Het leidt wel tot een impact aan de binnenzijde, waar de ruimte plaatselijk beperkt is. Ter plaatse van enkele gebouwen worden maatwerkoplossingen gemaakt. Voor piping zijn geen maatregelen nodig.

Door dit alternatief ruimtelijk in te passen met een wig (geen 1:3 talud einde berm, maar veel flauwer talud) kan de berm in medegebruik worden gegeven (bijvoorbeeld beweiding) en is de ruimtelijke impact minder groot. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

**Buitenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de buitenzijde. De hoogteopgave wordt aan de buitendijkse zijde opgelost waar zich geen kwetsbare waarden bevinden. Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig. Nadeel van dit alternatief is dat er een hogere (+ ca 0,80m) berm ontstaat binnendijks. Een leeflaag wordt niet realistisch geacht en ook niet passend bij een diagonale structuur.

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. Dit alternatief scoort positief op de effecten, maar is aanmerkelijk duurder. Bij dit alternatief blijven de waarden binnendijks (o.a. bebouwing en tuinen) gehandhaafd en buitendijks kan de A-watgang blijven liggen. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan binnendijkse zijde plaats (hierdoor kan het buitentalud gehandhaafd blijven). Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts in grond** is niet nader beschouwd. Dit alternatief zal nog duurder zijn dan een stabiliteitsscherm met hoogte binnenwaarts omdat ook het buitentalud opgepakt moet worden.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd, omdat grondoplossing goed inpasbaar is.

## Landschappelijke criteria

- Binnenwaartse versterking leidt tot een berm van 23 meter en heeft daarmee een negatief effect t.o.v. de buitenwaartse versterking. Bij dit alternatief raakt de teen van de binnenberm de woning bij Waalbanddijk 40, waardoor maatwerk benodigd is. Hier kan al worden overgegaan op buitenwaartse versterking conform het aansluitende traject.
- Binnenwaarts gaat dit ten koste van enkele beplantingen die samen een boomsingel vormen. Het gaat vooral om populier en wilg. Mogelijk kan een grote populier behouden blijven. Dit vereist nog nader onderzoek. Een deel van de kavel is nu aan het zicht onttrokken en zal in deze variant in het zicht komen te liggen.
- Er worden ook fruitbomen geraakt van een ongebruikte boomgaard.
- Door de berm te voorzien van een wig en in medegebruik te geven zijn negatieve effecten mogelijk te mitigeren;
- Bij een buitendijkse versterking ontstaat aan de binnenzijde een berm van ca. 15 meter lang (nagenoeg vergelijkbaar met de huidige situatie), waardoor er nauwelijks effecten zijn. Vooralsnog is het uitgangspunt dat er geen leeflaag toegepast wordt en de berm bloemrijk wordt ingericht (beheer bij WSRL). Buitendijks dienen enkele bomen langs de strang (populieren) gekapt te worden;
- Bij het stabiliteitsscherm wordt de berm verkort naar ca. 9 meter. Dit heeft een positief effect.
- Cultuurhistorie en archeologie: Beide alternatieven overlappen deels terreinen met een verwachtingswaarde van dorpskernen/historische locatie. Aangezien er voornamelijk grond opgebracht wordt, zijn archeologische effecten beperkt.

## Effecten

- Rivierkunde: opstuwung bij een buitendijkse versterking is aanzienlijk (>1 mm). De ruimte tussen de banddijken aan beide zijden van de rivier is hier relatief smal. Mede vanwege de landhoofden van de brug is hier in de huidige situatie reeds sprake van een vernauwing van de rivier;
- Natuur: Bij het binnenwaarts alternatief in grond moeten enkele bomen worden gekapt. Deze bomen hebben echter geen grote natuurwaarden, waardoor het effect beperkt is. Ook aan de buitendijkse populieren wordt een lage natuurwaarde toegekend, waardoor kap van enkele bomen bij de buitenwaartse oplossing geen grote effecten heeft;
- Uitbreidbaarheid: oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsscherm uit te breiden.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Grondeigendom: buitenwaarts en binnenwaarts alternatief leiden tot enkele meters extra ruimtebeslag op gronden van particulieren. Hier dient een zakelijk recht gevestigd te worden. Het alternatief met stabiliteitsscherm is geheel te realiseren op eigendom van het waterschap.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Kabels en leidingen: geen effecten.
- Duurzaamheid: het stabiliteitsscherm heeft de laagste milieubelasting. Bij de buitenwaartse oplossing vindt veel grondverzet plaats en moet meer grond (klei/zand) van buiten het project worden aangevoerd, hetgeen een grotere impact op duurzaamheid heeft dan het binnenwaartse alternatief. Bij het binnenwaarts alternatief kan het volledige buitentalud gehandhaafd blijven.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

## Kosten

De LCC kosten voor het alternatief met een stabiliteitsscherm is hoger dan voor de andere alternatieven. Het verschil met een oplossing in grond is extra groot omdat er geen verticale pipingmaatregel nodig is. Buitenwaarts in grond is duurder dan binnenwaarts omdat er meer grond verzet moet worden.









## Meetgegevens

Binnen dit ontwerpdocument vallen meerdere geovakken. De meetgegevens worden per geovak weergegeven in een aparte tabel.

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		38b
	Van dijkpaal		DT168+000
	Tot dijkpaal		DT171+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,26
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	5,4
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,9
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	5 - 6
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei zandig, klei humues, klei organisch
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,84
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	12,99
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,79
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,04
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,9
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,7

<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostablieiteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	23
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	15
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	13
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C		
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v..t
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

*Algemeen* **Locatie**

**Eenheid**

	Geovak		38c
	Van dijkpaal		DT171+000
	Tot dijkpaal		DT173+050
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,30
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	5,4

	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,9
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	5 - 6
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei zandig, klei humues, klei organisch
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,84
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	12,99
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,78
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,03
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,7	
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	23
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	15
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	13
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing

Aandachtspunten:	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v..t
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland			



## Schetsontwerp Ooij DT175.



### Ontwerpogave

- Loopt van DT173+050 tot DT179+050.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij DT175. is een geknikt dijktraject bij het oude gehucht Ooij.
  - Kenmerkend zijn buitendijks de akkers en weilanden met enkele wegen en watergangen. Binnendijks wordt grasland afgewisseld met enkele boerderijen, boomkwekers en akkers.
  - Het buitentalud heeft een harde bekleding.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,6 tot 0,7 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja, versterking is nodig
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Nee

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen). Binnendijks is de steenuil waargenomen (soort met een hoog beschermingsniveau).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks ligt een A-watergang, die zijn functie moet blijven behouden.
- Kabels en leidingen
  - Binnendijks ligt er parallel aan de Medensteinsestraat een kabel (KPN).
  - Net ten noorden en parallel aan deze kabel ligt een Vitens waterleiding.
  - Parallel aan de waterleiding loopt een lage druk gasleiding van Alliander. Deze leiding loopt tussen twee percelen.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Van de buitenteen van dijk tot en met de Medensteinsestraat is in eigendom van het waterschap (m.u.v. 1 perceel bij DT178.).
  - De buitendijkse percelen tussen de dijk en de watergang zijn particulier eigendom. Het perceel ten zuiden van de watergang is bedrijfseigendom.

Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken incl. aanwezige bebouwing en wegen:

- Buitendijks is het landschap zeer open en eenvormig. Opvallend is een zone tussen de dijk en een watergang die een dijkzone lijkt te begrenzen. Hierin liggen twee haakse dijkopgangen.
- Binnendijks is het landschap afwisselend en enigszins rommelig door de verschillende ontsluiting en oriëntatie van gebouwen op de dijk en op andere wegen. Enkele gebouwen liggen aan de Medesteinse weg die net achter de dijk ligt.

De weg raakt op twee plaatsen de teen van de dijk aan en volgt een tracering die los ligt van de dijk. Er staat onregelmatig beplanting langs de weg. Er staan ook gebouwen aan De Knip, de Kikvors, de Ooisestraat en de Remkettingweg.

- De doorsnijding door de PWAsnelweg heeft gezorgd voor een achterkant in het landschap tussen Ooij en deze weg.
- Bij DT174. staat een woning dicht bij de dijk.
- Archeologie
  - Binnen het profiel is er zowel binnendijs als buitendijs een zeer hoge archeologische verwachtingswaarde ten aanzien van dorpskernen/historische locatie.
  - Buitendijs ligt een oude stroomgordel met zeer hoge archeologische verwachtingswaarde voor romeinse tijd/middeleeuwen.
  - Verder zijn er binnendijs aan de teen van de dijk enkele archeologische vindplaatsen van historische bebouwing.
- Cultuurhistorie
  - Aan Medensteinsweg 24 staat een gemeentelijk monument (Hof van Mede), waarschijnlijk buiten invloed van de dijk. Verder zijn er buitendijs en binnendijs binnen dit profiel geen cultuurhistorische waarden aanwezig.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **buitenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat dijkversterking in grond in de toekomst goed uitbreidbaar is, het is een voortzetting van de historische dijkversterking, de waarden binnendijs worden gespaard en het sluit aan bij de dijkversterking benedenstrooms waardoor er een eenduidig beeld ontstaat. Hiernaast is de inpassing van de woning nabij DT174. een stuk eenvoudiger bij een buitenwaartse oplossing in grond. Ook is de verwachting dat de harde bekleding op het buitentalud niet terug geplaatst hoeft te worden, waar nu nog wel vanuit is gegaan in de raming, waardoor dit alternatief een stuk goedkoper wordt (orde 115% i.p.v. 135%).

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Buitenwaarts in grond	Voorkeursalternatief	135%
Binnenwaarts in grond	-	100%
Stabiliteitsscherm	-	184%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

De binnenteen ligt met dit VKA vast, en optimalisaties zorgen mogelijk voor een meer buitenwaartse of binnenwaartse verschuiving van het buitentalud. Mogelijk hoeft de harde steenbekleding op het buitentalud niet terug gebracht te worden.

## Beschouwde alternatieven

**Buitenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de buitenzijde. De hoogteopgave wordt aan de buitendijkse zijde opgelost waar zich geen kwetsbare waarden bevinden. Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig. Op de berm is geen leeflaag mogelijk gezien de wegen en bebouwing direct aan de binnenzijde van de dijk.

**Binnenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de binnenzijde. Dit alternatief heeft als voordeel dat de dijkversterking in grond in de toekomst uitbreidbaar is en het is een voortzetting van de historische dijkversterking. Het leidt tot impact aan de binnenzijde, waar de ruimte plaatselijk beperkt is. Ter plaatse van wegen en enkele gebouwen worden maatwerkoplossingen gemaakt wat kan betekenen dat de weg de berm op moet. Op de berm is geen leeflaag mogelijk gezien de wegen en bebouwing direct aan de binnenzijde van de dijk. Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond** is een alternatief, waar een verankerde stalen damwand in het binnentalud wordt toegepast om de stabiliteitsopgave op te lossen. De hoogteopgave wordt in grond binnenwaarts opgelost. Bij dit alternatief zijn er geen effecten op de waarden binnendijks en buitendijks. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Nadeel is dat de waterkering lastig uitbreidbaarheid is. Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts in grond** is niet nader beschouwd omdat dit alternatief hogere investering vergt dan het alternatief met een stabiliteitsscherm en de hoogte binnenwaarts wordt opgelost.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd, omdat een grondoplossing goed inpasbaar is.

## Landschappelijke criteria

- Bij een buitendijkse versterking ontstaat aan de binnenzijde een berm van ca. 15 meter lang (nagenoeg vergelijkbaar met de huidige situatie), waardoor er nauwelijks effecten zijn. Vooral nog is het uitgangspunt in dit stuk dat er geen leeflaag toegepast wordt en de berm bloemrijk wordt ingericht (beheer bij WSRL).;
- Binnenwaartse versterking leidt tot een berm van 23 meter en heeft daarmee een negatief effect t.o.v. de buitenwaartse versterking. Dit alternatief raakt geen woningen, maar wel de Medensteinstraat met laanbeplanting. Voor de inpassing/verplaatsing van de Medensteinstraat is maatwerk nodig. Mogelijk kan benodigde kap van bomen worden gecompenseerd met een herstel van de beplanting langs de hele Medensteinsweg.

- Cultuurhistorie en archeologie: Beide alternatieven overlappen met de verwachtingswaarde dorpskernen/historische locatie. Aangezien er voornamelijk grond opgebracht wordt, zijn archeologische effecten beperkt.

## Effecten

- Rivierkunde: opstuwung bij een buitendijkse versterking is gering (<1 mm). Uitbreiding buitendijks is kansrijk vanwege de afstand tot de Waal;
- Natuur: binnenwaarts alternatief leidt tot kap laanbeplanting hetgeen een negatief effect kan opleveren voor beschermde soorten (bijv. vleermuizen);
- Uitbreidbaarheid: oplossing in grond heeft de voorkeur omdat een het lastiger is om een stabiliteitsscherm uit te breiden.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Grondeigendom: buitendijks alternatief is vrijwel geheel te realiseren op eigendom van het waterschap. Een binnendijkse versterking leidt tot enkele meters extra ruimtebeslag op gronden van particulieren. Hier dient een zakelijk recht gevestigd te worden.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Kabels en leidingen: bij het binnenwaartse alternatief worden de leidingen en kabels rondom de Medensteinstraat geraakt, waardoor een aanpassing benodigd is. Bij het buitenwaarts alternatief vindt geen beïnvloeding plaats.
- Duurzaamheid: bij de buitendijkse oplossing vindt veel grondverzet plaats en moet meer grond (klei/zand) van buiten het project worden aangevoerd, hetgeen een grotere impact op duurzaamheid heeft dan het binnenwaartse alternatief. Bij het binnenwaarts alternatief kan volledig buitentalud gehandhaafd blijven.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.



- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

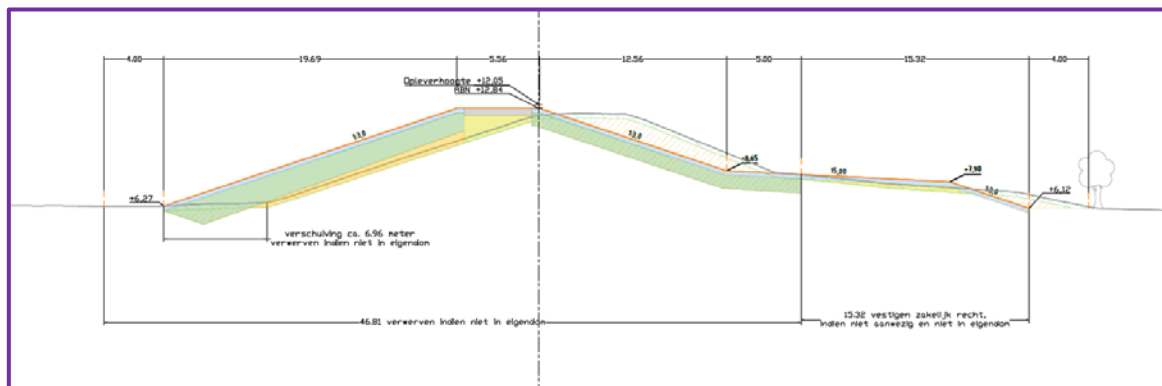
## Kosten

Bij het alternatief met een buitenwaartse versterking dient zowel het binnen- als het buitentalud te worden aangepakt, waardoor dit tot meer grondverzet leidt. Overall gezien (investerings- en levensduurkosten) heeft de binnenwaartse oplossing in grond de minste kosten. Het valt te verwachten dat het niet nodig is om de de harde bekleding op het buitentalud terug te brengen. Dit maakt dat het buitenwaartse alternatief een stuk goedkoper wordt (circa 115% i.p.v. 135%). Daarbij moet er zowel ten oosten als westen een aansluiting plaats vinden waarbij de dijkversterking naar buiten moet wat de kosten voor een binnenwaartse versterking doen toenemen. Het alternatief met een stabiliteitsscherm is aanzienlijk duurder, mede omdat er geen verticale pipingmaatregel nodig is.

## Alternatieven in beeld

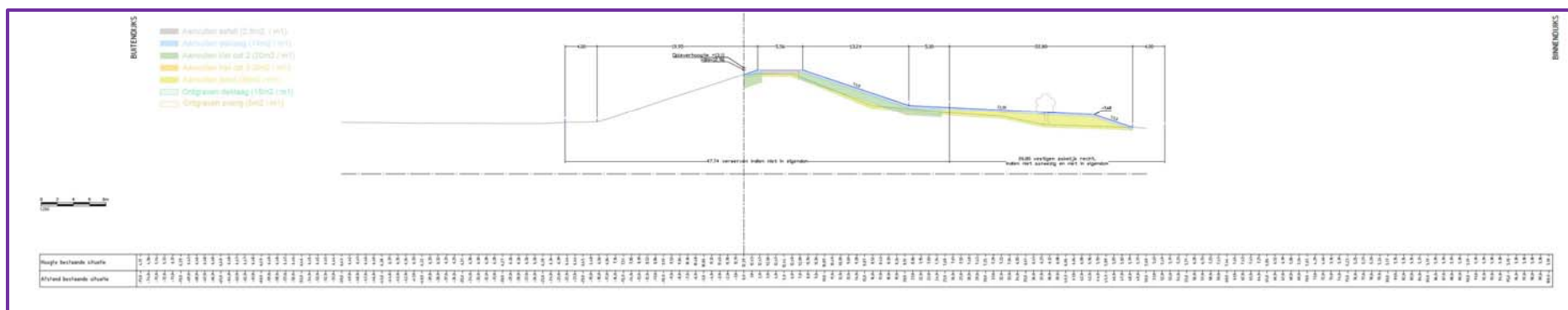
### Schetsontwerp Buitenwaarts in grond

**Buitenwaarts in grond** betekent een verbreding van de dijk in buitenwaartse richting en enige verschuiving van de kruin. Met dit alternatief, worden binnendijkse waarden (fruitteelt, wegen, bomen) gespaard.



## Schetsontwerp binnenwaarts in grond

*Binnenwaarts in grond* betekent een verbreding van de dijk in binnenwaartse richting en enige verschuiving van de kruin. Met dit alternatief blijft het buitentalud behouden. Er zijn meerdere maatwerkoplossingen nodig rondom huizen en wegen.





## Meetgegevens

Algemeen		Locatie	Eenheid
		Geovak	38d
		Van dijkpaal	DT173+050
		Tot dijkpaal	DT176+050
<i>Kenmerken dijk</i>		Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP 12,46
		Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP 5,4
		Kerende hoogte huidige dijk	m 7,1
<i>Kenmerken ondergrond</i>		Deklaagdikte achterland	m 5 - 6
		Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland	klei zandig, klei humues, klei organisch
<i>Hoogte</i>		<b>Binnenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 12,96
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 13,11
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,6
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,5
		<b>Buitenwaartse versterking</b>	
		Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP 12,84
		Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP 13,09
		Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m 0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m 0,6	
<i>Bouwstenen</i>		<u>Macrostabiliteit:</u>	
		Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m 23

Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	15
Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm
Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	13
<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>		
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

## Schetsontwerp Ooij DT185.



### Ontwerpogave Ooij

- Loopt van DT179+050 tot DT189+050.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Ooij is een vrij rechtstandig dijktraject in het westen van Neder-Betuwe.
  - Kenmerkend is het diverse lint van deels historische woningen onder aan de dijk. Deze woningen werden ooit aan de voorzijde vanaf de dijk ontsloten maar worden sinds een ruilverkaveling (jaren 60) grotendeels vanaf de achterzijde ontsloten.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, 0,6 tot 0,8 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Nee, bestaand voorland voldoet

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor beschermde broedvogels aanwezig. Wel kan het buitendijks gebied dienen als foerageergebied (o.a. voor ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks ligt een A-watgang, die zijn functie moet blijven behouden.
- Kabels en leidingen
  - Er kruisen enkele kleinere waterleidingen en spannings- en datakabels. Deze hebben geen impact op de alternatief-keuze.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Gronden binnen- en buitendijks zijn in particulier eigendom

### Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken:

- Monumentaal ensemble.
- Buitendijks zitten grotere waarden net oostelijk (oudhoevig land en verdwenen dorp Ooij) en westelijk (strang).
- Buitendijks vlak agrarisch land. Op grote afstand tot de rivier. Weinig Waalbeleving.
- Archeologie
  - Buitendijks (vanaf de kruin): zone met middeleeuwse dorpskern, zeer hoge verwachting.
  - Buitendijks: stroomgordel met zeer hoge verwachting.
- Cultuurhistorie
  - Monumentale bebouwing binnendijks.
  - Sporen van dijkputten zijn zichtbaar. Biedt aanleiding voor mitigatie.
  - Restgeul op ca 100 m van de dijk. Verder westelijk (ca. 300 à 400 meter) ligt deze restgeul vlak bij de dijk.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **buitenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat dijkversterking in grond in de toekomst uitbreidbaar is, het is een voortzetting van historische dijkversterking, het kost het minste en de waarden (woningen en tuinen) binnendijks worden gespaard. Er zijn archeologische verwachtingen buitendijks.

Alternatief	Voorkeur	Investeringskosten*
Buitenwaarts in grond zonder leeflaag	Voorkeursalternatief	100%
Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts	-	133%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

De binnenteen (berm) ligt bij dit VKA vast. Bij optimalisatie in dimensionering van de dijk kan de buitenteen nog schuiven. Verachting is echter dat er nauwelijks nog optimalisatie mogelijk is.

## Beschouwde alternatieven

**Buitenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de buitenzijde. De hoogteopgave wordt aan de buitendijkse zijde opgelost waar zich geen kwetsbare waarden bevinden. Rivierkundig is er weinig impact (> 1mm opstuwing). Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig. Nadeel van dit alternatief is dat er een langere en iets hogere (+ ca 0,80m) berm ontstaat binnendijks. Op deze berm is desgewenst medegebruik mogelijk mits aangesloten perceelegebieden dit willen.

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. Dit alternatief scoort positief op de effecten, maar is duurder. Bij dit alternatief blijven de waarden binnendijks (o.a. bebouwing en tuinen) gehandhaafd en buitendijks kan de A-watergang blijven liggen. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan binnendijkse zijde plaats (hierdoor kan het buitentalud gehandhaafd blijven). Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

**Binnenwaarts in grond** is niet nader beschouwd omdat deze optie te veel waarden binnendijks aantast: de aanwezigheid van een ensemble van monumentale gebouwen (zowel rijksmonumenten als gemeentelijke monumenten). Deze gebouwen of hun tuinen grenzen deels al aan de binnenteen van de huidige waterkering.

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts** is niet nader beschouwd omdat deze oplossing duurder zal zijn dan een stabiliteitsscherm met hoogte binnenwaarts. Bij de hoogte opgave buitenwaartse oplossing moet ook het buitentalud aangepast worden.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd, omdat grondoplossing goed inpasbaar is en omdat dijkdeuvels in deze situatie geen grote voordelen biedt t.o.v. een stabiliteitsscherm; stabiliteitsopgave is te groot.

## Landschappelijke criteria

- Alternatief stabiliteitsscherm
  - Deze alternatieven hebben ruimtelijk geen impact.
- Buitendijkse versterking
  - Hier ontstaat aan de binnenzijde een berm van ca. 16 meter lang (voorheen ca 14 meter). Vooralsnog is het uitgangspunt dat er geen leeflaag toegepast wordt en de berm bloemrijk wordt ingericht (beheer bij WSRL);



- Alternatief is toepassing van een leeflaag en het doorzetten van tuinen van particulieren tot op de stabiliteitsberm. Dit doen we hier alleen als meerdere particulieren dit aaneengesloten willen. Dit vereist dus een verkenning naar behoeften.
- In het voorland zouden als mitigatiemaatregel voor natuuraantasting natte kleiputten of moerassige situaties in het voorland kunnen worden toegepast, mits dit geen effect heeft op piping.

## Effecten

- Rivierkunde: opstuwung bij een buitendijkse versterking is gering (>1 mm). Uitbreiding buitendijks is kansrijk vanwege de afstand tot de Waal;
- Natuur: geen grote onderscheidende factoren. Behoud van foerageergebied ganzen bij een buitendijkse versterking is een aandachtspunt;
- Uitbreidbaarheid: oplossing in grond is eenvoudiger uit te breiden in de toekomst dan een constructieve oplossing.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Grondeigendom: een buitendijkse versterking leidt tot ca. 6 meter extra ruimtebeslag op gronden van het waterschap. Het alternatief met een constructie heeft een kleiner ruimtebeslag en zijn eveneens realiseerbaar op gronden in eigendom van het waterschap.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardig verschil.
- Kabels en leidingen: geen noemenswaardig verschil.
- Duurzaamheid: het stabiliteitsscherm heeft de laagste milieubelasting. Bij de buitendijkse oplossing vindt veel grondverzet plaats en moet meer grond (klei/zand) van buiten het project worden aangevoerd, hetgeen een grotere impact op duurzaamheid heeft.
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.

- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

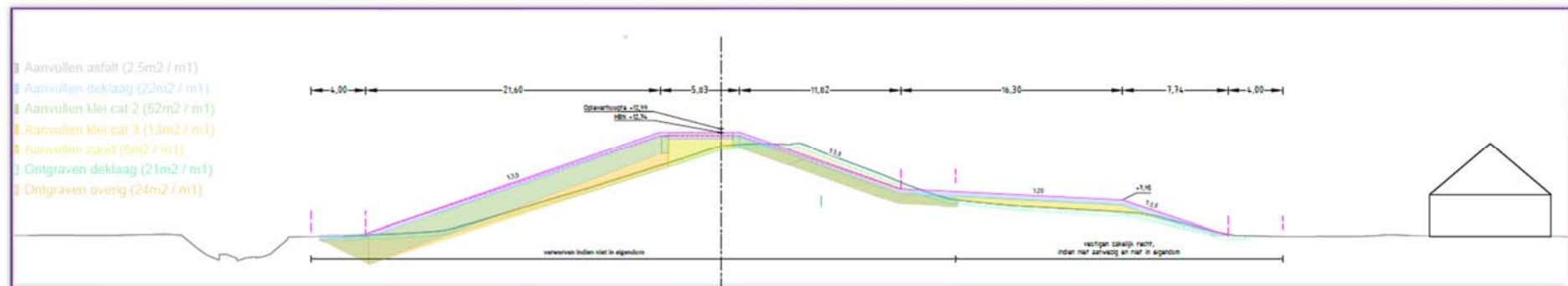
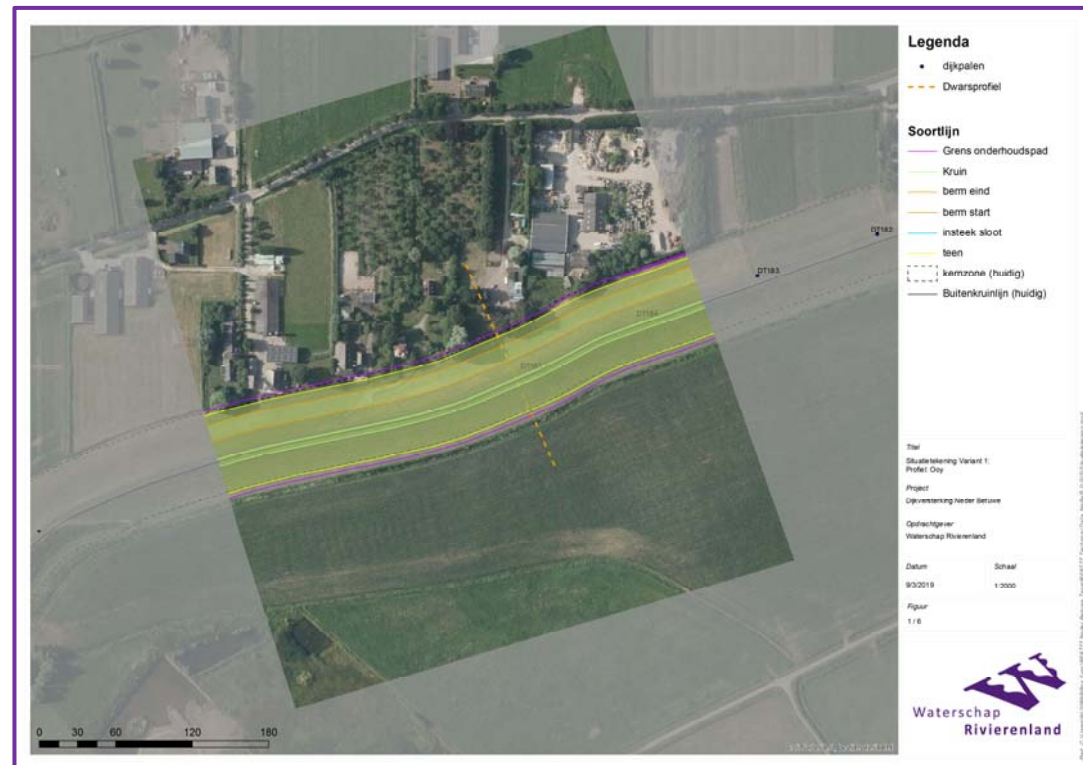
## Kosten

Grondstromen en kosten: Het stabiliteitsscherm leidt tot het minste grondverzet. Gezien de relatief beperkte omvang van het grondverzet bij de buitendijkse versterking is dit kostenefficiënter dan de toepassing van een scherm. Daarbij wordt opgemerkt dat toepassing van een scherm in het onderhoud (levensduurkosten) eveneens duurder zal zijn dan de grondoplossing vanwege de vervangingskosten op langere termijn. Overall gezien (investerings- en levensduurkosten) heeft de buitenwaartse oplossing in grond de minste kosten, ook in LCC.

## Alternatieven in beeld

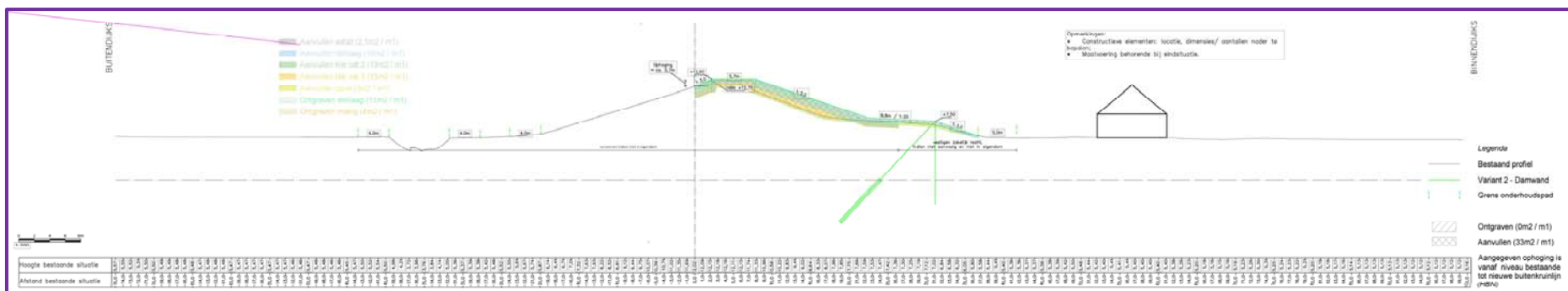
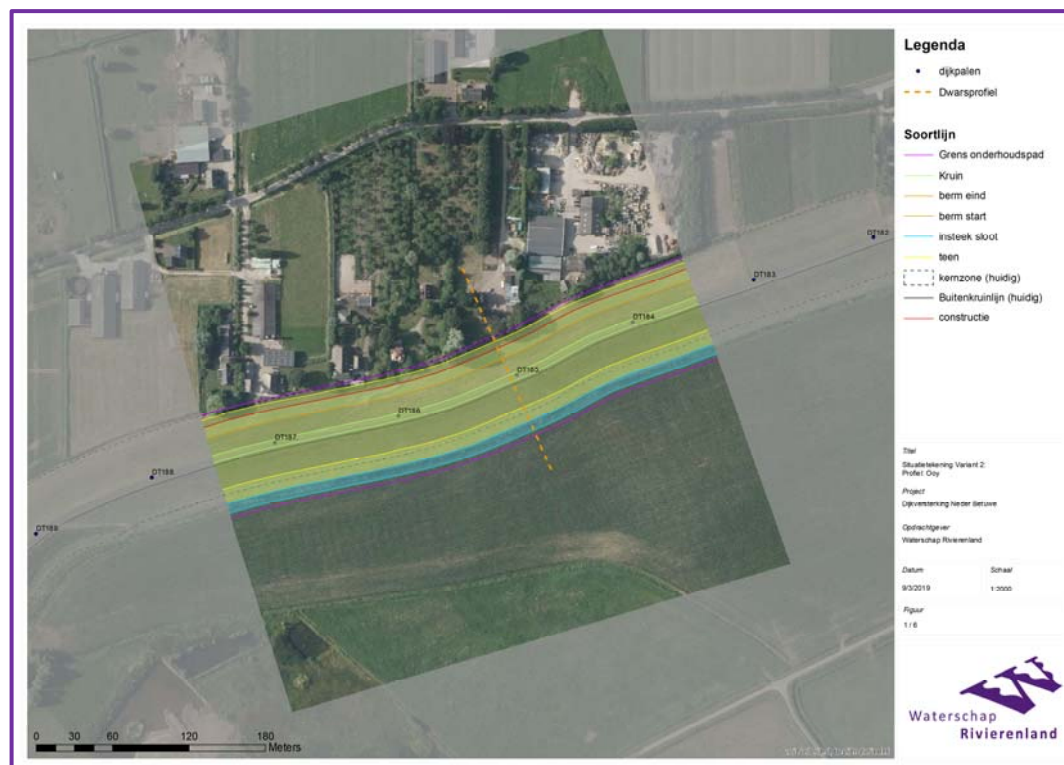
### Schetsontwerp Buitenwaarts in grond zonder leeflaag

*Buitenwaarts in grond zonder leeflaag* wil zeggen een dijkverbredening naar de buitenzijde. De hoogteopgave wordt ook aan de buitendijkse zijde opgelost.



## Schetsontwerp Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan de binnendijkse zijde plaats (hierdoor kan het buitentalud gehandhaafd blijven).



## Meetgegevens

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		39b
	Van dijkpaal		DT179+050
	Tot dijkpaal		DT182+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,31
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	5
	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,3
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	5 - 6
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei zandig, klei humues, klei organisch
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,88
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,03
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,6
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,79
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,04
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,7
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		

	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	26
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	16
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		
<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		39c
	Van dijkpaal		DT182+000
	Tot dijkpaal		DT189+045
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,20
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	5
	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,2

<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	5 - 6
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei zandig, klei humues, klei organisch
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,78
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	12,93
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,74
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	12,99
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,7
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	26
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	16
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	12
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	

Aandachtspunten:

Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

## Schetsontwerp Ooij DT192.



Locatie Ooij, dijkpaal DT192.

### Ontwerpopgave

- Loopt van DT189+050 tot DT198.
- Situatie beschrijving / afbakening
  - De dijk bij Ooij vormt een licht slingerend dijktraject tussen Tiel en Ooij.
  - Kenmerkend zijn buitendijks de akkers en weilanden afgewisseld door enkele wateren. Ook binnendijks liggen akkers en grasland afgewisseld door enkele boerderijen, boomkwekers en bomen(gaarden).
  - Buitendijks liggen grasbetonstenen op de teen van de dijk.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja tussen 0,6 en 0,7 meter
Stabiliteit binnenwaarts	Ja, versterking is nodig
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Nee

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks ligt Natura 2000 gebied. Direct buitendijks (grenzend aan de dijk) is biotoop aanwezig voor broedende watervogels in een restant van een oude strang. Ook kan het buitendijks gebied dienen als foerageer- / rustgebied voor overwinterende vogelsoorten (o.a. voor eenden en ganzen).
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks ligt een A-watergang, die zijn functie moet blijven behouden. Deze is deels gecombineerd met een strang.
- Kabels en leidingen
  - Er zijn geen kabels en leidingen aanwezig binnen het profiel.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Het dijklichaam is in eigendom van het waterschap. Binnendijkse grond en buitendijkse grond is in particulier eigendom. De strang buitendijks is, uitgezonderd van de doorgaande A-watergang, in particuliere eigendom.

### Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken:

- Het lint langs de dijk bij Biezenburg en nabij Den Akker is historisch en waardevol. Het bestaat uit diverse bebouwing die deels monumentale status heeft.
- De aansluiting van de erven op de dijk is waardevol omdat het verwijst naar de periode dat de woningen werden ontsloten via de dijk. Momenteel ligt er een weg aan de achterzijde, op de plek waar ooit de achtersloot lag.
- Buitendijks is het strangrestant waardevol. Deze verwijst naar de natuurlijkheid in de uiterwaard die overigens hier maar beperkt aanwezig is. De rivier ligt op ruime afstand.



- Aan de rand van de strang, boven een steil talud staat een rij oude knotwilgen (Zie foto).



- Archeologie: Binnen het profiel liggen enkele vindplaatsen en verwachtingen in relatie tot de Tweede Wereldoorlog en historische bebouwing.
- Cultuurhistorie: Binnendijks ligt binnen het profiel boerderij de Biezenburg, dit is een gemeentelijk monument. Ter hoogte van dijkspaal DT194. tot en met DT197. ligt buitendijks uitgedijkt land. De buitendijkse strang is een oude strang. Net ten oosten van het profiel ligt er buitendijks een strook oudhoevig land. Dit loopt door tot dijkspaal DT174. In deze zelfde strook langs de buitenteen van de dijk lagen voorheen dijkputten met opgaand groen.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **buitenwaarts in grond** heeft de voorkeur omdat dijkversterking in grond in de toekomst goed uitbreidbaar is, het is een voortzetting van historische dijkversterking, minder of geen grondaankoop, lage kosten, aansluiting bij het VKA van Ooij DT185., en de waarden binnendijks worden gespaard. Buitendijks moet waarschijnlijk de impact op de strang op de begroeide oever worden gecompenseerd. (De kosten voor de inpassingen die nodig zijn bij een binnenwaartse versterking in grond zijn niet geraamd.)

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Buitenwaarts in grond	Voorkeursalternatief	108%
Binnenwaarts in grond	-	100%
Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts	-	139%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Bij dit VKA ligt in principe de binnenteen vast en bij optimalisatie schuift de buitenteen min of meer naar buiten. Echter tussen DT190, en DT193. zal in de planuitwerking gekeken worden of de huidige wilgen behouden kunnen blijven en of we de strang niet aantasten. Het kan zijn dat we tussen deze dijkpalen de dijk toch wat naar binnen toe versterken: stabiliteitsberm naar binnen toe uitbreiden en de hoogte opgaven buitenwaarts oplossen. Dan versterken we de dijk 'vierkant'.

In de planuitwerking wordt ook onderzocht of het toepassen van een wig, een flauw berm talud, en medegebruik op de berm wenselijk is bij de omgeving en haalbaar vanuit beleid waterschap grondzaken.

## Beschouwde alternatieven

**Buitenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de buitenzijde, naar de rivier toe. De hoogteopgave wordt aan de buitendijkse zijde opgelost waar zich geen kwetsbare waarden bevinden. Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

Dit alternatief heeft als voordeel dat de dijkversterking in grond in de toekomst uitbreidbaar is en het is een voortzetting van historische dijkversterking. Nadeel van dit alternatief is dat er een langere en iets hogere (+ ca 0,80m) binnenberm ontstaat ten opzichte van de huidige situatie. Op deze berm is medegebruik eventueel mogelijk (met een wig / flauwer talud aan de berm) mits dit over een grotere afstand door aanwonenden gewenst wordt.

**Binnenwaarts in grond** wil zeggen een dijkverbreding naar de binnenzijde. Dit alternatief heeft als voordeel dat de dijkversterking in grond in de toekomst uitbreidbaar is en het is een voortzetting van historische dijkversterking. Het leidt wel tot een impact aan de binnenzijde omdat er een relatief grote berm nodig is en waar de ruimte plaatselijk beperkt is. Ter plaatse van enkele gebouwen worden maatwerkoplossingen gemaakt. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond** bestaat uit een verankerde stalen damwand aan de binnenzijde. Dit alternatief scoort positief op de effecten, maar is aanzienlijk duurder. Bij dit alternatief zijn er geen effecten op de waarden binnendijks en buitendijks. Het huidige profiel blijft grotendeels gehandhaafd. Nadeel is dat de waterkering lastig uitbreidbaarheid is.

Vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan binnendijkse zijde plaats (hierdoor kan het buitentalud gehandhaafd blijven). Voor piping zijn geen maatregelen nodig. Er is met grote zekerheid voldoende weerstand tegen piping in het voorland aanwezig.

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts in grond** is niet nader beschouwd omdat dit alternatief hogere kosten heeft dan het alternatief met een stabiliteitsscherm en de hoogte opgave binnenwaarts in grond is opgelost.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd, omdat grondoplossing goed inpasbaar is en omdat dijkdeuvels in deze situatie geen grote voordelen biedt t.o.v. een stabiliteitsscherm; stabiliteitsopgave is te groot.

## Landschappelijke criteria

- Bij een buitendijkse versterking ontstaat aan de binnenzijde een berm van ca. 16 meter lang (nagenoeg vergelijkbaar met de huidige situatie), waardoor er nauwelijks effecten zijn. Vooral nog is het uitgangspunt dat er geen leeflaag toegepast wordt en de berm bloemrijk wordt ingericht (beheer bij WSRL).
- Buitendijks worden wilgen geraakt langs de strang. De oever moet mogelijk verplaatst worden en nieuwe wilgen gepoot. In de planuitwerking wordt verkend of de bestaande wilgen toch behouden worden. Deze wilgen hebben een landschappelijke waarden en worden door steenuilen als herkenningspunt gebruikt.
- Binnenwaartse versterking leidt tot een berm van 26 meter en heeft daarmee een negatief effect t.o.v. de buitenwaartse versterking. Bovendien is er bij de binnendijkse bebouwing bij Waalbanddijk 78 te weinig ruimte om de berm in te passen, waardoor er hier maatwerk nodig is. Ook de tuin bij Waalbanddijk 84 wordt geraakt.

- Bij het stabiliteitsschermb wordt de berm verkort naar ca. 9 meter. Dit heeft een positief effect. Plaatselijk kunnen tuinen of percelen dichter bij de kruin van de dijk komen.
- Cultuurhistorie en archeologie: Geen effecten op historische waarden.

## Effecten

- Rivierkunde: opstuwung bij een buitendijkse versterking is gering (<1 mm). Uitbreiding buitendijks is kansrijk vanwege de afstand tot de Waal.
- Natuur: Bij de buitenwaartse oplossing wordt de rand van de strang geraakt, waardoor er mogelijk enkele wilgen gekapt moeten worden. Dergelijke landschapsstructuren kunnen een waarde hebben voor bijvoorbeeld steenuilen. Bezien moet worden of behoud van de wilgen ingepast kan worden in het ontwerp. De strang zelf wordt niet tot nauwelijks beïnvloed. De overige alternatieven leiden niet tot noemenswaardige effecten op natuurwaarden.
- Uitbreidbaarheid: Een oplossing in grond heeft de voorkeur omdat het lastiger is om een stabiliteitsschermb uit te breiden.
- Beheerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Grondeigendom: een binnendijkse versterking leidt tot enkele meters extra ruimtebeslag op gronden van particulieren. Hier dient een zakelijk recht gevestigd te worden. De andere alternatieven hebben een kleiner ruimtebeslag en zijn realiseerbaar op gronden in eigendom van het waterschap.
- Vergunbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Kabels en leidingen: geen bijzonderheden.
- Duurzaamheid: meest duurzaam is het binnenwaartse alternatief in grond. Het buitenwaartse alternatief is minder duurzaam omdat er meer grondverzet nodig is. Het alternatief met een stabiliteitsschermb is minder duurzaam, omdat meer staal toegepast moet worden.

- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen noemenswaardig verschil.
- Uitvoerbaarheid: geen noemenswaardige verschillen.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

## Kosten

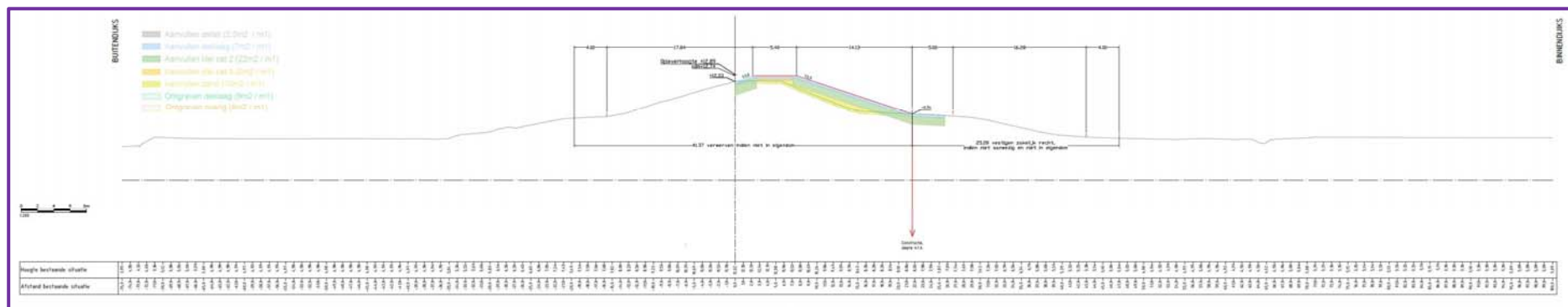
LCC kosten voor een oplossing in grond is lager dan voor een oplossing met een stabiliteitsschermb. Het verschil in kosten tussen buitenwaarts of binnenwaarts in grond versterken is minimaal en valt binnen de onzekerheidsmarge, en komt door de aanleg van een harde bekleding op het buitentalud, de aankoop van grond en krijgen van zakelijk recht.





## Schetsontwerp Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond

*Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond is een alternatief, waardoor het huidige profiel grotendeels gehandhaafd blijft. Dit betreft een verankerde stalen damwand in de binnenberm. Alleen vanwege de hoogteopgave vindt een kleine verhoging aan de binnendijkse zijde plaats (hierdoor kan het buitentalud gehandhaafd blijven).*



## Meetgegevens

Binnen dit ontwerpdocument vallen meerdere geovakken. De meetgegevens worden per geovak weergegeven in een aparte tabel.

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		40a
	Van dijkpaal		DT189+045
	Tot dijkpaal		DT192+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,17
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	5
	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,2
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	5 - 6
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei zandig, klei humues, klei organisch
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,71
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	12,86
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,69
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	12,94
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,7

<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	26
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	16
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	13
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	van toepassing
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	van toepassing	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B		
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C		
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

*Algemeen* **Locatie**

**Eenheid**

	Geovak		40b
	Van dijkpaal		DT192+000
	Tot dijkpaal		DT194+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,16



	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	5
	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,2
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	5 - 6
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei zandig, klei humues, klei organisch
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,74
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	12,89
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,7
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,7
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,69
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	12,94
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,8	
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	26
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	16
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	13
	<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0		
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1		

	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	van toepassing
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	
<i>Aandachtspunten:</i>	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		41
	Van dijkpaal		DT194+000
	Tot dijkpaal		DT198+025
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,20
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	5,1
	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,1
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	5 - 6
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei zandig, klei humues, klei organisch
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,77
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	12,92

	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,68
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	12,93
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,7
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	26
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	16
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Einde berm
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	13
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	van toepassing
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing

Aandachtspunten:	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		



## Schetsontwerp Kanaaldijk DT198D



Locatie Kanaaldijk 1, dijkpaal DT198D

### Ontwerpopgave

- Situatie beschrijving / afbakening
  - De Kanaaldijk is een rechtstandig dijktraject langs het Amsterdam-Rijnkanaal met op het buitentalud een steenbekleding.
  - Kenmerkend is de buitenteen van de dijk, direct aan het water gelegen. Binnendijks ligt grasland met enkele bomen.
  - Op het binnentalud van de dijk staat een hoogspanningsmast.

Opgave	Ja / Nee
Hoogtetekort	Ja, hoogtetekort is 0,5 – 0,8 m
Stabiliteit binnenwaarts	Nee
Stabiliteit buitenwaarts	Nee
Pipingmaatregelen	Ja

### Huidige situatie

- Natuur
  - Buitendijks en binnendijks (grenzend aan de dijk) zijn geen specifieke leefgebieden voor soorten aanwezig.
- Rivierkunde en oppervlaktewater
  - Buitendijks ligt het Amsterdams-Rijnkanaal en de Prins Bernhardsluizen.
- Kabels en leidingen
  - Buitendijks en binnendijks zijn er geen kabels of leidingen aanwezig. Net ten zuiden van het profiel staat een hoogspanningsmast op het binnentalud.
- Grondeigendom en stakeholders
  - Buitendijks en binnendijks zijn in eigendom van het waterschap.
  - Vanaf de buitenteen van de dijk tot in het kanaal is eigendom van Rijkswaterstaat.

### Ruimtelijke kwaliteit, landschapskenmerken:

- De rechte dijk is hier onderdeel van het sluiscomplex en het Amsterdams-Rijnkanaal. De asymmetrie van de dijk met water en steen aan de buitenzijde en een berm met gras aan de binnenzijde past hierin.
- Er ligt een weg langs de dijk die is aangelegd na aanleg van het kanaal en die ook al eens is verplaatst. De weg heeft een opvallende tracering, die relatief veel ruimte overlaat tussen weg en teen van de dijk. Beplanting langs deze weg is onregelmatig. De constructieve berm hier is hoog, ca 2,5 meter boven de ernaast gelegen weg.

- Archeologie: Buitendijks en binnendijks zijn er geen archeologische waarden aanwezig. Net ten zuiden van het profiel liggen enkele archeologische verwachtingsplaatsen i.r.t. de Tweede Wereldoorlog. Deze zijn niet onderscheidend binnen de alternatieven.
- Cultuurhistorie: Buitendijks en binnendijks zijn er geen cultuurhistorische waarden aanwezig.

## Onderbouwing ontwerpkeuze VKA

Alternatief **binnenwaarts in grond** heeft de voorkeur, omdat er geen andere alternatieven zijn. Technisch gezien zijn er wel andere oplossingen, maar deze zijn niet subsidiabel. Dit VKA heeft nagenoeg geen effecten. Er is een verticale pipingmaatregel nodig. Gezien de dikte van de kleilaag zal dit een heavescherm worden.

Alternatief	Voorkeur	LCC kosten*
Binnenwaarts in grond	Voorkeursalternatief	100%

\* Goedkoopste alternatief is 100%, overige alternatieven in procentuele afwijking.

Buitentalud wordt gehandhaafd. Optimalisatie planuitwerking is beperkt tot locatie en type verticale pipingmaatregel en inpassing hoogspanningskabel. Controle is nodig of er bij de aansluitingen (noord en zuid) geen kleine stabiliteitsopgave is. Deze zou opgevangen kunnen worden door het heavescherm ook te gebruiken als stabiliteitsscherm.

## Beschouwde alternatieven

**Binnenwaarts in grond** betekent een binnenwaartse verbreding van de dijk waardoor de hoogteopgave wordt opgelost. Voor de stabiliteit wordt gebruik gemaakt van de huidige berm. De pipingopgave wordt opgelost door toepassing van een verticaal pipingscherm in de binnenberm.

**Buitenwaarts in grond** is niet nader beschouwd, omdat het kanaal niet versmald mag worden.

**Stabiliteitsscherm, hoogte binnenwaarts in grond** waarbij een verankerde stalen damwand in de binnenberm wordt toegepast. Om zowel stabiliteit en piping op te lossen is geen alternatief omdat een stabiliteitsscherm niet subsidiabel is omdat er geen stabiliteitsopgave is.

**Stabiliteitsscherm, hoogte buitenwaarts in grond** is niet nader beschouwd, omdat het kanaal niet versmald mag worden en een stabiliteitsscherm niet subsidiabel is omdat er geen stabiliteitsopgave is.

**Innovatieve oplossing** is niet nader beschouwd, omdat er geen stabiliteitsopgave is en een grondoplossing goed inpasbaar is.

## Landschappelijke criteria

- Nauwelijks ruimtelijke effecten doordat de huidige berm gehandhaafd blijft;
- Aandachtspunt zijn 2 bomen op het binnentalud. Als deze gehandhaafd blijven dan is dat negatief voor de waterveiligheid/beheerbaarheid. Als deze gekapt moeten worden dan heeft dit een negatief ruimtelijk effect.
- Archeologie: Geen effecten.

## Effecten

- Rivierkunde: geen rivierkundige effecten, doordat er geen werkzaamheden buitendijks plaatsvinden.
- Natuur: geen effecten. In de huidige situatie zijn nagenoeg geen natuurwaarden.
- Uitbreidbaarheid: oplossing in grond heeft de voorkeur.
- Beheerbaarheid: geen issues.
- Grondeigendom: inpasbaar op grond van het waterschap.

- Vergunbaarheid: geen issues.
- Kabels en leidingen: lokale maatregel nodig bij de hoogspanningsmast (bijvoorbeeld ontlastende damwanden). Uitgangspunt is dat de mastvoet niet extra wordt belast. Kabels hebben geen invloed, omdat deze hoog genoeg hangen.
- Duurzaamheid: -
- Veiligheid en minimale hinder tijdens uitvoering: geen issues.
- Uitvoerbaarheid: geen issues.
- Specifieke projectrisico's: geen.

## Stakeholders

Geen bijzonderheden op dit moment.

## Kosten

Niet geraamd, er is maar één alternatief.





## Meetgegevens

Binnen dit ontwerpdocument vallen meerdere geovakken. De meetgegevens worden per geovak weergegeven in een aparte tabel.

<i>Algemeen</i>	<b>Locatie</b>	<b>Eenheid</b>	
	Geovak		42
	Van dijkpaal		DT198+025
	Tot dijkpaal		DT198D+045
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,26
	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	5,1
	Kerende hoogte huidige dijk	m	7,2
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	5 - 6
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei zandig, klei siltig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,60
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	12,75
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,5
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,5
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,65
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	12,90
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,6
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6

<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	voldoet
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	nvt
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Kruin berm
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	15
	<u>Piping:</u>		
	Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0	
	Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1	
	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
<i>Aandachtspunten:</i>	Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
	Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
	Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
	Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
	Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		

*Algemeen* **Locatie**

**Eenheid**

	Geovak		43
	Van dijkpaal		DT198D+045
	Tot dijkpaal		DT198F+000
<i>Kenmerken dijk</i>	Huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m + NAP	12,26

	Maaiveld binnendijks (representatief)	m + NAP	5,5
	Kerende hoogte huidige dijk	m	6,8
<i>Kenmerken ondergrond</i>	Deklaagdikte achterland	m	3 - 5
	Samenstelling ondergrond ter hoogte van achterland		klei siltig
<i>Hoogte</i>	<b>Binnenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,94
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	13,09
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,5
	<b>Buitenwaartse versterking</b>		
	Benodigde kruinhoogte in 2075	m + NAP	12,73
	Benodigde kruinhoogte bij oplevering	m + NAP	12,98
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (maximaal)	m	0,8
	Hoogte-tekort bij oplevering ten opzichte van huidige kruinhoogte (gemiddeld)	m	0,6
<i>Bouwstenen</i>	<u>Macrostabiliteit:</u>		
	Bermbreedte bij binnenwaartse versterking	m	voldoet
	Bermbreedte bij buitenwaartse versterking	m	nvt
	Voorkeurslocatie damwand bij constructieve versterking		Kruin berm
	Verwachte lengte damwand bij constructieve versterking	m	13
	<u>Piping:</u>		
Nader onderzoek nodig om categorie te bepalen	Cat. 0		
Voldoet aan norm (WBI)	Cat. 1		

*Aandachtspunten:*

Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, onderzoeken of optimalisatie kan leiden tot goedkeuren volgens WBI	Cat. 2A	
Voldoet aan beslisboom piping, maatregel uitstellen, terugvaloptie meenemen	Cat. 2B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een beperkte lokale maatregel	Cat. 3A	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een grondoplossing	Cat. 3B	
Maatregel ontwerpen, toepassen van een verticale maatregel	Cat. 3C	van toepassing
Tijdens vorige dijkversterkingsronde is de dijk in buitenwaartse richting verplaatst		n.v.t.
Binnendijks is een wiel aanwezig		n.v.t.
Overige aandachtspunten ten aanzien van dijkopbouw en ondergrond achterland		