

Dijkversterking Jaarsveld - Vreeswijk
MER deel 1 Effectnotitie rivierkunde
Eindversie voor publicatie, 11 juli 2022

**STERKE
LEKDIJK**

JAARVELD - VREESWIJK



HOOGHEEMRAADSCHAP
**DE STICHTSE
RIJNLANDEN**

Colofon

Functie	Naam
Project	Dijkversterking Jaarsveld – Vreeswijk
Projectnummer	120512
Versie	3
Datum	11-07-2022
Status	Eindversie voor publicatie
Kenmerk	DM
Auteur	Team JAV
Projectmanager	Peter Hesen
Ambtelijk opdrachtgever	Leon Nieuwland
Vrijgave door	Projectmanager
Vrijgave op	11 juli 2022

Versienr.	Datum	Omschrijving
1	28-03-2022	50% versie voor review
2	12-05-2022	70% versie voor review
3	11-07-2022	Eindversie voor publicatie

**STERKE
LEKDIJK**

Inhoud

Inleiding	4
1 Projectgebied	5
1.1 Rivierkundige karakterisering	5
2 Beschrijving alternatieven	7
2.1 Beschrijving Kansrijk Alternatief 1	7
2.2 Beschrijving Kansrijk Alternatief 2	7
2.3 Beschrijving VKA	9
2.4 Verbeteren routestructuren en upgraden openbare ruimte	9
2.5 Conclusie alternatieven	10
3 Beoordelingsmethodiek	11
3.1 Referentiesituatie	11
3.2 Meekoppelkansen	11
3.3 Relevante plannen en besluiten	11
3.4 Kansrijke alternatieven	11
3.5 Beoordelingskader	11
3.6 Beoordelingsmethode	12
4 Analyse rivierkundige effecten	13
4.1 Buitendijkse versterking	13
4.2 Beschikbaar model	13
4.3 Wijze van schematiseren	14
4.4 Waterstandseffect bij hoge afvoer	14
4.5 Scheepvaart en morfologie	15
5 Beoordeling	17

Inleiding

Voorliggende effectnotitie rivierkunde is onderdeel van van deel 1 van de MER dijkversterking Jaarsveld-Vreeswijk. In deze fase van de verkenning worden twee kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief beoordeeld op hun milieu effecten. Voor een uitgebreide beschrijving van deze alternatieven wordt verwezen naar de nota voorkeusalternatief.

Goed om vooraf te weten:

- Er is een storymap (i-rapport) gemaakt van het Voorkeursalternatief samen met het MER, zie [LINK](#). Dit betekent bijvoorbeeld dat een beschrijving van de kansrijke alternatieven niet in dit rapport staat, maar verwezen wordt naar de Nota Voorkeursalternatief.
- Meekoppelkansen: in dit MER is de meekoppelkans voor taludverflauwing wel meegenomen in de beoordeling. Voor de andere meekoppelkansen zie de Nota Voorkeursalternatief. De meekoppelkansen die definitief opgenomen worden in het project, worden in de volgende fase (plan-uitwerkingsfase) ook beoordeeld op de milieueffecten.

Omwille van de leesbaarheid van deze effectnotitie rivierkunde als zelfstandig stuk worden de twee kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief in hoofdstuk 2 toch kort beschreven.

1 Projectgebied

Het projectgebied van de dijkversterking Jaarsveld – Vreeswijk ligt tussen de westkant van het plaatsje Jaarsveld (dijkpaal 89, rivierkilometer 960.8) en de westzijde van de Beatrixsluizen (dijkpaal M1, rivierkilometer 949.4), zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** en **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** Het dijkvak is circa 12,8 kilometer lang. Het landschap rondom de dijk is afwisselend, waardoor de identiteit van de dijk continu verandert. De dijk loopt vanuit het ‘dorpstedelijke’ gebied van Vreeswijk/Nieuwegein (traject van 4,5km lang) door een landelijk gebied (8km) en loopt door tot in het dorp Jaarsveld (0,5km). Over het gehele traject is in meer of mindere mate een lange strijd met en tegen het water zichtbaar. Kenmerkende structuren en elementen zoals de Kromme IJssel en verschillende wielen (dijkdoorbraken) dooraderen het landschap en vertellen meer over de ontstaanswijze van de omgeving. Dichtbij de rivier zijn oeverwallen ontstaan en zijn nederzettingen gesticht. Verder in het achterland zijn uitgestrekte kleikomgronden en veenweidegebieden aanwezig.

Aan de hand van karakteristieken van landschap en dijk, in combinatie met de opgaven die spelen, is een indeling gemaakt in deeltrajecten.

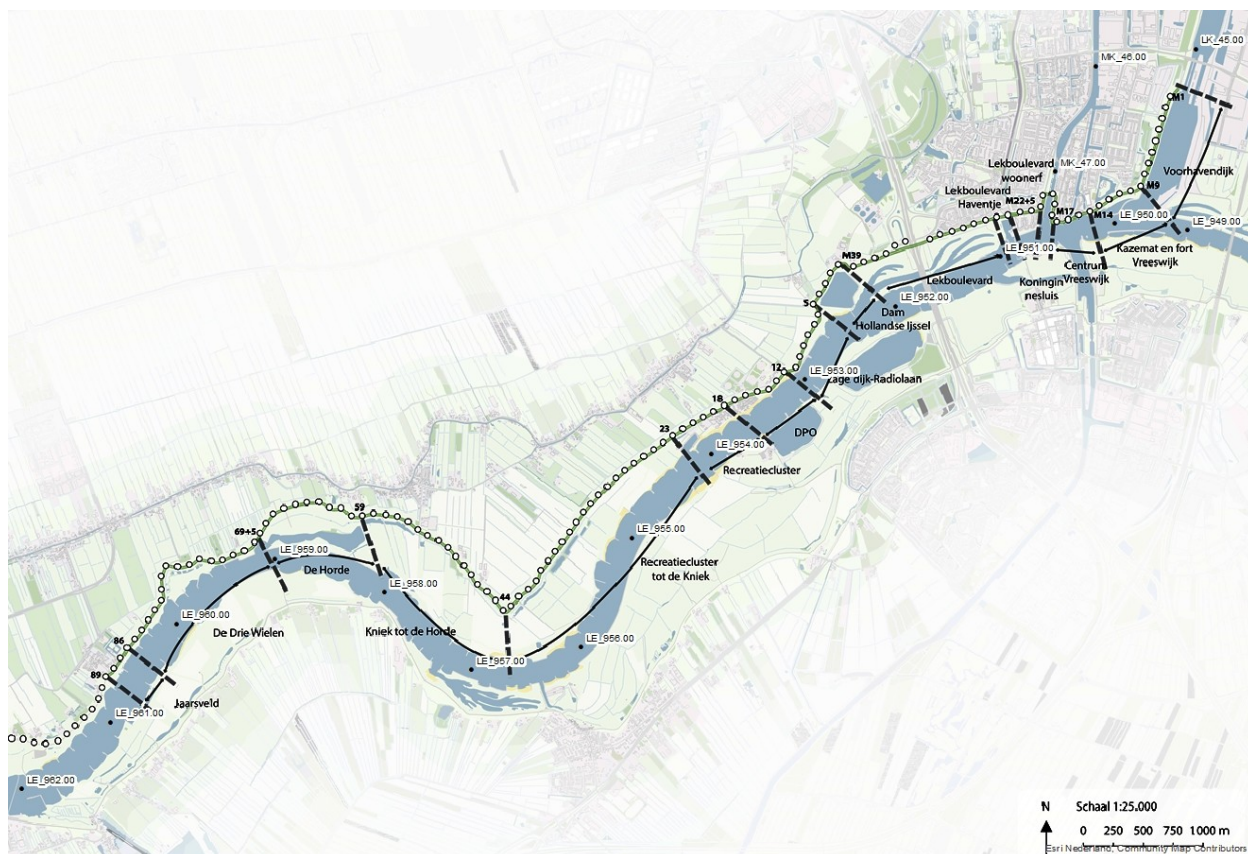


Figuur 1: Trajecten van de Sterke Lekdijk, met in paars dijkversterking Jaarsveld – Vreeswijk.

1.1 Rivierkundige karakterisering

Het traject van de dijkversterking Jaarsveld – Vreeswijk ligt benedenstrooms van stuw Hagestein en daarmee in het vrij afstromende deel van de Lek. De rivier de Lek wordt intensief gebruikt door scheepvaart en staat in open verbinding met zee. Door de open verbinding is dit deel van de Lek onderhevig aan getij. Daarnaast is de rivierafvoer op de Lek bij afvoeren lager dan 3.630 m³/s sterk afhankelijk van de stuwen in de Nederrijn. De uiterwaarden van de Lek zijn op dit traject voor een deel beschermd door zomerkades waardoor ze pas bij hoge afvoeren (8.000 – 10.000 m³/s Lobith) overstroomd. Op andere locaties, zoals bij Vianen overstroomt de uiterwaard al bij een veel lagere afvoer (4.000 m³/s Lobith), op deze plek is rivierverruiming toegepast (Ruimte voor de Lek) Bij de primaire kering ligt de uiterwaard hoger zodat dit deel van de uiterwaard pas bij 7.000 m³/s Lobith overstroomt. Op een paar locaties is geen uiterwaard aanwezig, met name bij de voorhavendijken, Vreeswijk Centrum (Rkm 950,2-950,6) en bij het DPO terrein (Rkm 953,2). Op deze locaties ligt steenbestorting en hier wordt geen taludverflauwing toegepast. In de planuitwerking worden deze locaties verder uitgewerkt. Tot slot is er de locatie IJsseldam

(Rkm 952,3) Hier ligt een plas naast de primaire kering die via een duiker al bij lage afvoeren instroomt. Hier zou een buitendijkse taludverflauwing al bij lagere afvoeren een effect kunnen hebben. Op grond van deze karakterisering is de verwachting dat ingrepen aan de buitendijkse teen van de primaire kering pas bij afvoeren vanaf circa 7.000 m³/s Lobith een mogelijke rol gaan spelen.



Figuur 2: Kaart met indeling deeltrajecten van de dijkversterking Jaarsveld – Vreeswijk.

2 Beschrijving alternatieven

In de verkenningfase is een trechteringsproces doorlopen waarbij van een breed palet aan waterveiligheidsmaatregelen en een ruime inventarisatie van wensen en meekoppelkansen stap voor stap naar het voorkeursalternatief wordt toegewerkt. In dit hoofdstuk worden de twee Kansrijke Alternatieven, die de laatste stap voor het Voorkeursalternatief zijn, beschreven.

2.1 Beschrijving Kansrijk Alternatief 1

In Kansrijke Alternatief 1 (KA1) zijn de verticale maatregelen de basis: de verschijningsvorm van de dijk wordt nauwelijks aangetast. Het accent ligt op maatregelen in de dijk. Bestaande landschappelijke kwaliteiten blijven zoveel mogelijk behouden. Routestructuren voor langzaam verkeer en de inrichting van de openbare ruimte van Jaarsveld en Vreeswijk worden verbeterd.

Er is onderscheid gemaakt tussen verticale maatregelen voor piping en voor macro-stabiliteit binnenwaarts omdat hiervoor verschillende technische maatregelen gekozen kunnen worden. Voor beide faalmechanismen zijn maatregelen mogelijk die passen binnen het huidige profiel van de dijk. Op een aantal plaatsen voldoet het binnentalud en/of het buitentalud niet aan de vereisten voor waterveiligheid. Op deze plaatsen wordt het talud verstevigd met klei en wordt het talud verflauwd naar 1:3. Dit kan een beperkt extra ruimtebeslag geven aan de binnen-en buitendijkse zijde.

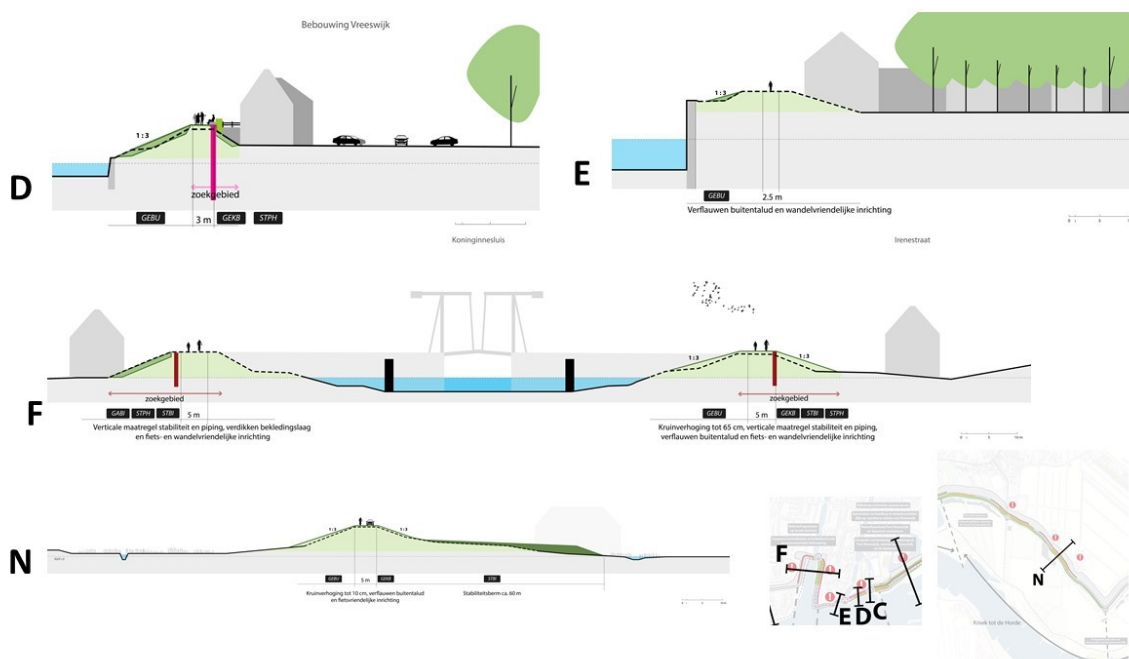
Daarnaast is er op een aantal plaatsen een beperkt hoogtetekort (maximaal enkele decimeters). Op deze plaatsen wordt de kruin van de dijk verhoogd. In de meeste gevallen betekent dit ook een beperkte verbreding van de dijk, die we aan de binnendijkse zijde realiseren.

2.2 Beschrijving Kansrijk Alternatief 2

Bij Kansrijk Alternatief 2 (KA2) wordt ingezet op de combinatie van stabiliteitsbermen en pipingbermen in een zoveel mogelijk doorlopend grondlichaam aan de binnenzijde van de dijk. De dijk wordt verbreed met grond. Dit is een stevige ingreep, de dijk krijgt een nieuw en breder profiel en daarmee een nieuwe karakteristiek. Dit biedt mogelijkheden voor nieuwe functies. Bestaande functies moeten goed worden ingepast. Op plekken waar de ruimte beperkt is, werken we met verticale maatregelen. Dit is met name het geval voor piping, omdat deze bermen anders erg lang (>100m) moeten worden.

Net als bij KA1 voldoet op een aantal plaatsen het binnentalud en/of het buitentalud niet aan de vereisten voor waterveiligheid. Op deze plaatsen wordt het talud verstevigd met klei en wordt het talud verflauwd naar 1:3. Dit is weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..** Een verschil met KA1 is echter dat ook op andere plekken het talud wordt verflauwd naar 1:3. Dit is een wens van de beheerder omdat hiermee het (maai)onderhoud van de dijk makkelijker is te realiseren en omdat het meer kansen biedt voor biodiversiteit. Bloemrijke dijken zijn niet alleen ecologisch en landschappelijk aantrekkelijk, maar maken de grasmat van de dijk ook meer erosiebestendig. Dit geeft langs vrijwel het gehele dijktraject een beperkt extra ruimtebeslag.

Daarnaast is er net als bij KA1 op een aantal plaatsen een beperkt hoogtetekort (maximaal enkele decimeters). Op deze plaatsen wordt de kruin van de dijk verhoogd, waarbij het binnentalud iets naar binnen schuift, op dezelfde wijze als bij KA1.



2.3 Beschrijving VKA

In het VKA worden op de volgende locaties buitendijkse ingrepen gerealiseerd of juist achterwege gelaten;

- Koninginnensluis (DP M17 tot M22+50); Het buitentalud aan de oostzijde van de Koninginnensluis wordt verbeterd door het ingraven van een kleibuffer en het verflauwen van het talud.
- DPO en recreatiecluster (DP 12 tot 18); Taludverflauwing passen we alleen toe op de plekken waar een opgave is voor het versterken van het buitentalud.
- Recreatiecluster tot de Kniek (DP 23 tot 44); De meekoppelkansen om de kleiputten te herstellen komt los te staan van de dijkversterking.
- Kniek tot De Horde (DP 44 tot 59); De opgaven voor hoogte en bekleding op het binnen- en buitentalud lossen we op met een kleine kruinverhoging en taludverflauwing. Herstel van de kleiputten aan de voet van de dijk komt los te staan van de dijkversterking.
- De Horde (DP 59 tot 69+50); De aanleg van een nieuwe geul in de uiterwaarden beïnvloedt de grondwaterstroming en kan leiden tot een nieuwe piping opgave en wellicht tot een verzwaring van de opgave aan de bekleding van het buiten-talud. Hier dient in de verdere planuitwerking rekening mee te worden gehouden.
- De Drie Wielen (DP 69+50 tot 86); Het buitentalud gaan we verflauwen naar 1:3, waarmee de stabiliteit verbetert en we tegemoet komen aan de wens om de dijk gemakkelijker te kunnen behouden.

2.4 Verbeteren routestructuren en upgraden openbare ruimte

Er is een aantal meekoppelkansen waarvoor we de ruimte zien om ze in alle Kansrijke Alternatieven te realiseren. Deze meekoppelkansen ondersteunen het verhaal van de krachtige dijk als onderdeel van de regionale groenstructuur en betreffen het verbeteren van de recreatieve routestructuur en de openbare ruimte van de kernen aan de dijk. In principe kunnen ze mee naar het Voorkeursalternatief. Het gaat om het volgende:

- Fietsvriendelijke inrichting dijkprofiel, bijdrage aan een doorlopende langzaamverkeersroute over de gehele Sterke Lekdijk en oplossen van verkeersproblematiek.
- Wandelroutes door uiterwaarden.
- Creëren van rustpunten met informatie over onbelichte punten als de Kromme IJssel, het complex van de Defensie Pijpleidingen Organisatie (DPO) bij Lopikerkapel en het ontlaststelsel te Jaarsveld (sleutelplek).
- Verbindingen met de doorgaande route langs de Enge IJssel en de dorpen Lopikerkapel en Uitweg.
- Opwaarderen van de openbare ruimte binnen Jaarsveld, Lekboulevard Nieuwegein en Vreeswijk en aansluiten op de rest van de dijkinrichting (3 sleutelplekken).
- Renoveren en herbestemmen van (militair en water gerelateerd) erfgoed (sleutelplek Vreeswijk).
- Kleiputten terugbrengen/herstellen.
- Integratie nieuwe geul de Horde (sleutelplek de Horde).
- Zichtbaar en beleefbaar maken dam IJssel, relatie groene scheg binnen de regio Utrecht (sleutelplek IJsseldam en Lekboulevard).
- Aanleg extra ontsluitingsroute vanaf Radiolaan naar binnendijks parkeerterrein voor recreatiecluster, achter DPO sleutelplek recreatiecluster).

Specifieke meekoppelkansen KA2

Daarnaast zijn specifiek voor deze KA2 de volgende kansen:

- Verbeteren van de verkeersveiligheid vanaf de Buitenplaats Huis te Jaarsveld naar de dijk (zeer smalle dijkopgang) (sleutelplek Jaarsveld).

- Parkeermogelijkheid onderaan de dijk behouden. Aanleg van een extra ontsluitingsroute vanaf binnendijks parkeren, achter DPO naar de Radiolaan (sleutelplek recreatiecluster).
- De groenzone tussen Voorhavendijk en Prinsessenweg herontwerpen op nieuwe bermen.
- Aansluiten bij de Nieuwe Hollandse Waterlinie-programma's om het UNESCO werelderfgoed zo zichtbaar en beleefbaar mogelijk te maken (specifieke focus op Fort Vreeswijk en de Kazemat in de berm aan de Lekdijk). Ook rekening houdend met de resten van de tuin van buitenplaats de Wiers (sleutelplek Vreeswijk).
- Woningbouwontwikkeling door Mitros; sloop en nieuwbouw van woningen Irenestraat, inrichting openbare ruimte afstemmen (sleutelplek Vreeswijk).
- Specifieke meekoppelkansen voor KA2 is het verflauwen van de taluds vanuit de beheerwens voor een 1 op 3 talud. Daar waar dit niet gebeurt vanuit een versterkingsmaatregel, maar waar dit wel gewenst is, is dit aangegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..**



Figuur 4: buitendijkse maatregelen KA2. Rode lijn: taludverflauwing als onderdeel van de dijkversterking. Rode stippen: meekoppelkansen taludverflauwing ten behoeve van beheer.

2.5 Conclusie alternatieven

Vanuit de rivier beschouwd zijn alleen buitendijkse maatregelen van invloed op rivierkundige effecten. In alle alternatieven gaat het dan alleen om beperkte taludverflauwingen aan buitendijkse zijde. In KA2 wordt deze als meekoppelkans op meer locaties toegepast, KA2 heeft daarom de meeste invloed op de rivier. Overige (buitendijkse) meekoppelkansen worden in deze fase niet beschouwd.

3 Beoordelingsmethodiek

3.1 Referentiesituatie

De referentiesituatie is de situatie die in de toekomst bestaat als het project niet doorgaat. Deze wordt bepaald door de effecten te beschrijven van de autonome ontwikkeling op de huidige milieutoestand. Autonome ontwikkelingen zijn ontwikkelingen en activiteiten die met enige zekerheid zullen plaatsvinden, ook al gaat de voorgenomen activiteit (de dijkversterking) niet door. Er zijn binnen het project geen autonome ontwikkelingen die van invloed zijn op de referentiesituatie.

Voor dit project beoordelen we de milieueffecten van de (kansrijke) alternatieven ten op zichte van de referentiesituatie tot 2030. Zo brengen we zowel de tijdelijke effecten tijdens realisatie van de dijkversterking als de blijvende effecten tijdens de gebruiksfase van de versterkte dijk in beeld. In de Nota van Uitgangspunten is de huidige situatie per thema beschreven, voor het MER wordt dit gebruikt als de referentiesituatie.

3.2 Meekoppelkansen

Naast de dijkversterking is er in de verkenningsfase ook ruimte om te onderzoeken of wensen, ambities en ideeën van anderen in het gebied gekoppeld kunnen worden aan de dijkversterking als meekoppelkansen. Hierbij wordt gekeken naar haalbaarheid, financierbaarheid en planning. In dit MER wordt alleen de meekoppelkansen om de taludhelling te verflauwen naar 1 op 3 te meegenomen. Deze is integraal meegenomen in de beoordeling van de effecten. Voor de andere meekoppelkansen zie ook de Nota Voorkeursalternatief.

3.3 Relevante plannen en besluiten

In de Nota van Uitgangspunten zijn de achterliggende plannen en besluiten die relevant zijn voor deze dijkversterking te vinden.

3.4 Kansrijke alternatieven

De Kansrijke alternatieven en het VKA worden beschouwd ten opzichte van de referentiesituatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling) en ten opzichte van elkaar. De twee Kansrijke alternatieven die getoetst worden zijn: KA1. Krachtig behouden (voornamelijk verticale maatregelen) en KA2. Robuust versterken (voornamelijk steunbermen). Daarnaast wordt het VKA getoetst.

3.5 Beoordelingskader

De effectbeoordeling wordt gedaan m.b.v. het beoordelingskader uit de Nota van uitgangspunten Verkenningsfase dijkversterking Jaarsveld – Vreeswijk ([link](#)). Dit beoordelingskader is een uitwerking van het beoordelingskader zoals opgenomen in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau ([link](#)).

Tabel 3.1 beoordelingskader milieueffect rivierkunde

Categorie	Criterium	Toelichting op criterium	Wijze van beoordelen t.b.v. VKA
Milieu	Rivierkunde	Effecten op maatgevende hoogwaterstanden Effecten op morfologie Effecten op scheepvaart	Kwantitatief (MHW-effect) op basis van Rivierkundig Beoordelingskader (RBK). Overige aspecten worden alleen voor VKA kwantitatief bepaald.

3.6 Beoordelingsmethode

Bij de beoordeling van de effecten wordt in het algemeen onderstaande tabel gebruikt, waar nodig is deze specifiek gemaakt per criterium.

Tabel 3.2 beoordelingsscores

Score	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
--	Zeer negatief effect kan optreden
-	Licht negatief effect kan optreden
0	Geen significant / neutraal effect
+	Positief / gunstig effect kan optreden
++	Sterke verbetering / sterk positief effect kan optreden

4 Analyse rivierkundige effecten

4.1 Buitendijkse versterking

In principe zijn conform de beleidslijn Ruimte voor de Rivier buitendijkse versterkingsmaatregelen niet gewenst ('nee, tenzij'). Elke buitenwaartse maatregel wordt daarom negatief beoordeeld. De buitenwaartse versterking bij JAV betreft alleen taludverflauwing. Het ruimtebeslag daarvan is zeer beperkt van omvang (0,3 – 1,5 meter, zie paragraaf 4.3). Indien de buitenteen op dezelfde plek zou moeten blijven, zou een taludverflauwing alleen gerealiseerd kunnen worden met een binnenwaartse asverschuiving. Omdat de kruin van de dijk vrijwel nergens verhoogd hoeft te worden, zou dat tot zeer hoge, niet realistische, meerkosten leiden omdat het hele dijklichaam en de weg op de dijk aangepakt zou worden.

Indien een buitenwaartse verschuiving acceptabel is, moet voor deze maatregelen conform het rivierkundig beoordelingskader het effect worden berekend met een rivierkundig model. Indien opstuwingsplaatsvindt bij hoge afvoeren moeten deze worden gecompenseerd. Een opstuwings van minder dan 1 mm hoeft niet gecompenseerd te worden.

Zoals vermeld in paragraaf 2.5 is KA2 het alternatief met de meeste trajecten waar taludverflauwing plaatsvindt. Daarom is besloten om dit alternatief als worst case te beschouwen en in eerste instantie alleen dit alternatief door te rekenen en ook alleen op het aspect hoogwaterveiligheid in de hoogwaterreferentie. Indien hier significante effecten uit voortkomen dan kan vervolgens ook KA1 en/of het VKA worden doorgerekend.

4.2 Beschikbaar model

Rijkswaterstaat heeft ten behoeve van de verschillende verkenningen voor de Sterke Lekdijk afzonderlijke referentiemodellen ter beschikking gesteld. Voor het traject Jaarsveld-Vreeswijk is ook een model beschikbaar. Omdat het uitgangspunt in eerste instantie was dat er niet gerekend hoefde te worden, de alternatieven bevatten immers nagenoeg geen buitendijkse maatregelen, is dit model nooit opgevraagd. Om toch een inschatting te maken van de invloed van de taludverflauwing aan buitendijkse zijde is een controleberekening gedaan met het model van een ander deeltraject, namelijk Salmsteke. Inmiddels is bekend dat het formeel te gebruiken model identiek is aan het model van Salmsteke. Daarmee is de uitgevoerde berekening valide en hoeft niet opnieuw te worden uitgevoerd.

Bij kwantificering van het waterstandseffect voor KA2 is gebruik gemaakt van Baseline 5 en Simona 2019. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- De toegepast hoogwaterreferentie is 16.000 m³/s bij Lobith.
- Als referentie is het model Sterkelekdijs_ref gebruikt, uitgeleverd in oktober 2019 voor het project Salmsteke, onderdeel van dijkversterkingstraject Sterke Lekdijk. Deze referentie is gebaseerd op baseline-rijn-beno18_5-v1.
- In de variant wordt de huidige banddijklijn (buitenkruinlijn) verplaatst. De nieuwe banddijklijn wordt als een hoogwatervrije lijn (oneindig hoge verticale wand) geschematiseerd om het oppervlakte uiterwaard dat verloren gaat door het buitendijks versterken uit te sluiten van het rivierbed.
- Voor KA2 is een baselinemaatregel gemaakt met een fictieve verplaatsing van de banddijk 1,0 m rivierwaarts over het gehele traject van 11 km, zie ook paragraaf 4.3.

4.3 Wijze van schematiseren

Taludverflauwing resulteert in een afname van het doorstroomoppervlak van de rivier. Om in een rivierkundige model taludverflauwing te schematiseren moet dit worden uitgedrukt in een rivierwaartse verplaatsing van de buitenkruinlijn, ook wel fictieve verplaatsing genoemd.

Op verschillende locaties is het huidige talud van de dijk bepaald op basis van AHN4, om de taludverflauwing te kunnen bepalen (Tabel 3). Daarmee is vervolgens het volumeverschil bepaald en de fictieve verplaatsing van de banddijk benodigd voor rivierkundige berekeningen, zoals beschreven in bijlage 15 van het RBK 5.0. Langs het dijktraject variëren de huidige taluds steiler dan 1:3 tussen de 1:2 en 1:3. Uit de berekeningen volgt dat de fictieve verplaatsing voor de verschillende locaties varieert tussen de 0,3 tot 1,5 m.

Voor de resultaten en uitwerkingen, zie ook het Excelbestand in de bijlage "Taludbepaling_JAV-feb22". Hieronder een samenvatting van de resultaten:

Tabel 3: locaties waar de fictieve verplaatsing van de buitenkruinlijn is bepaald.

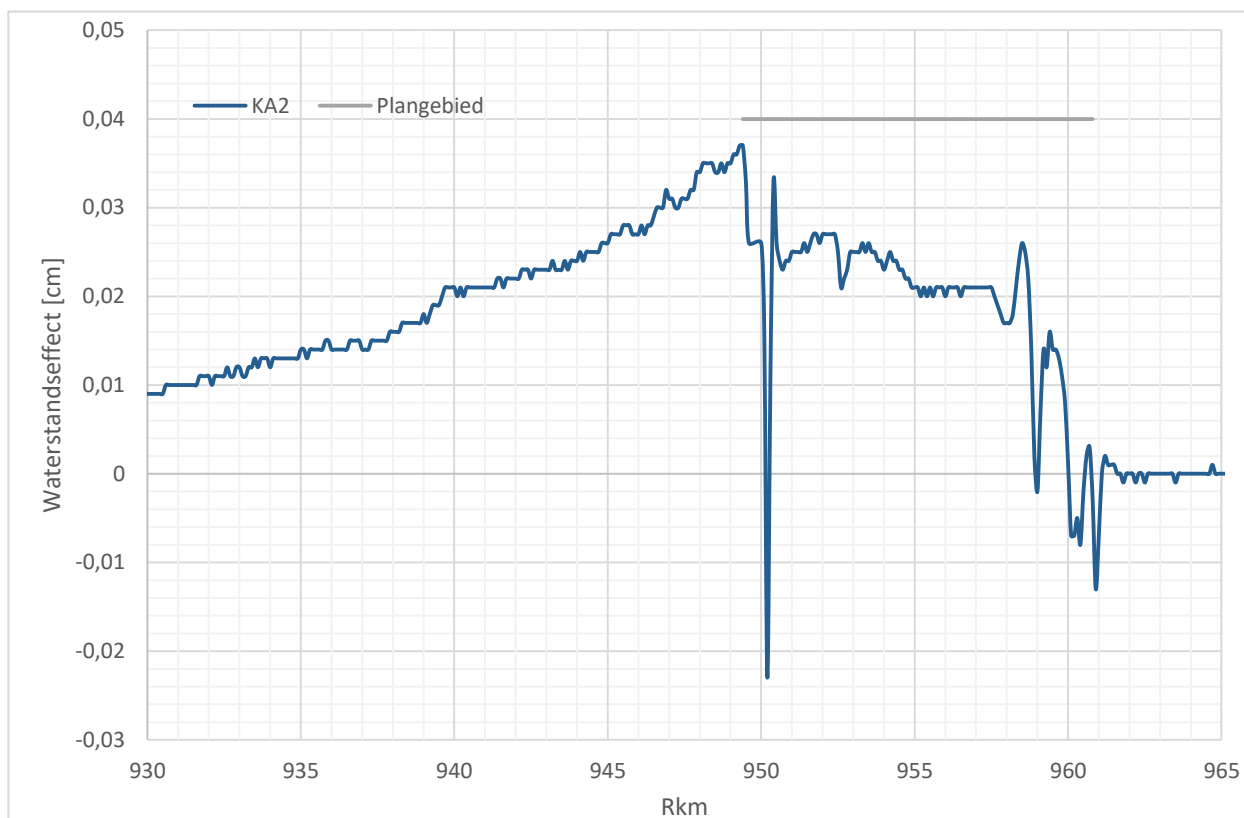
Dijkpaal	Huidig talud [1:x]	Oppervlakte- verschil met 1:3 talud [m2]	Fictieve verplaatsing kruin [m]
dp-M17-18	3,81		
dp-M29	2,43	5,41	1,24
dp-M38	2,61	3,94	0,88
dp-3	3,16		
dp-8	3,37		
dp-25	2,77	2,28	0,52
dp-45	2,81	1,54	0,38
dp-64	2,25	6,07	1,51
dp-71	3,30		
dp-83	2,82	1,06	0,31

Op grond van bovenstaande bevindingen is besloten om als worst case scenario een integrale fictieve verplaatsing van de kruinlijn van 1 meter aan te houden.

4.4 Waterstandseffect bij hoge afvoer

Uit de berekening van KA2 volgt dat de opstuwing bij taludverflauwing van 1 meter over het hele dijktraject ruim onder de 1 mm blijft¹, de opstuwing is het hoogst net bovenstrooms van Vreeswijk, namelijk 0,37 mm. Aangezien er in KA1 op minder locaties buitendijkse taludverflauwing wordt toegepast kan worden gesteld dat er in KA1 ook geen significante opstuwing plaatsvindt in de hoogwaterreferentie. Hetzelfde geldt voor het VKA.

¹ Waterstandseffecten kleiner dan 1 mm worden beschouwd als modelonnauwkeurigheid in WAQUA-berekeningen, en zijn daarom toelaatbaar.



Figuur 5: Waterstandseffect in de hoogwaterreferentie

4.5 Scheepvaart en morfologie

Voor scheepvaart moet worden beoordeeld of de buitendijkse maatregelen de waterdiepte in de vaargeul en de dwarsstroming op de rand van de vaargeul beïnvloeden. Deze aspecten worden beoordeeld bij middenafvoeren. Uit de berekening in paragraaf 4.4 blijkt dat de waterstandseffecten verwaarloosbaar zijn bij de hoogwaterreferentie ($< 0,5$ mm). Bij middenafvoeren, is de verandering van het doorstroomoppervlak door de taludverflauwing van de dijk relatief gezien groter dan in de hoogwaterreferentie; de grootste veranderingen zitten immers onderin het talud terwijl het totale watervolume kleiner is. Door de voorgeschreven manier van schematiseren van een buitendijkse versterking (middels een fictieve kruinverplaatsing) wordt er in het rivierkundig model echter niets gewijzigd aan de teen van de kering waardoor dit effect niet modelmatig te kwantificeren is.

Aangezien nagenoeg alle buitendijkse taludverflauwingen worden toegepast op locaties ver van de vaargeul kan worden aangenomen dat het stromingspatroon bij de middenafvoeren niet verandert en daarmee niet tot andere waterdieptes in de vaargeul en andere dwarsstroming op de rand van de vaargeul leidt. De enige plaatsen waar taludverflauwing dicht bij de vaargeul plaatsvindt zijn de locaties bij Centrum Vreeswijk en Koninginnesluis (zie profielen D en E in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). De stroomsnelheidsverschillen in de hoogwaterreferentie zijn hier op de rand van de vaarweg maximaal 3 cm/s. Hierdoor zullen geen significante veranderingen optreden in de dwarsstroming. Verwachting is dat dit bij middenafvoeren niet dusdanig anders is dat dit tot problemen leidt. In deze fase van het project wordt hiermee volstaan. Tijdens de planuitwerking zal er wel degelijk ook naar de effecten bij middenafvoeren worden gekeken.

Voor morfologie moet worden beoordeeld of sedimentatie en erosie plaatsvindt in het zomerbed en of dit leidt tot hinder voor de scheepvaart. Morfologische effecten worden gestuurd door veranderingen in stroomsnelheid en waterdiepte bij zowel hoge, lage als middenafvoeren. Bij lage afvoeren zijn deze veranderingen uitgesloten; de taludverflauwing vindt plaats buiten het bereik van deze lage afvoeren. In deze fase van het project worden geen uitgebreide berekeningen gedaan van om het morfologisch effect te bepalen. Op basis van de berekening van de hoogwaterreferentie kan wel worden gesteld dat de waterdiepte bij deze afvoer niet verandert ($< 0,5$ mm) en ook de stroomsnelheden in het zomerbed veranderen niet significant (stroomsnelheidsverschillen zijn kleiner dan 3 mm/s). Wij verwachten dat dit effect niet significant groter is bij middenafvoeren. Een en ander zal in de planuitwerking worden gekwantificeerd.

5 Beoordeling

Bij KA1 komt op het traject Jaarsveld-Vreeswijk alleen taludverflauwing ten behoeve van de dijkversterking voor over korte trajecten. Uit de berekening van KA2 volgt dat de opstuwing in de hoogwaterreferentie bij taludverflauwing over het hele dijktraject ruim onder de 1mm². Dit is een toelaatbaar effect. Het effect van KA1 is nog kleiner dan bij KA2 en daarom wordt KA1 als neutraal beoordeeld.

Bij KA2 wordt taludverflauwing over het hele traject toegepast als meekoppelkans voor beheer en onderhoud van de dijk, en voor toename van de biodiversiteit. Uit de berekening volgt dat de opstuwing in de hoogwaterreferentie bij taludverflauwing over het hele dijktraject, en een fictieve verplaatsing van 1 m, ruim onder de 1mm blijft. **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd..** Dit effect is toelaatbaar.

Bij KA2 wordt het stroombeeld (stroomsnelheid en waterdiepte) in de hoogwaterreferentie niet gewijzigd ten opzichte van de referentie. De waterdiepte neemt minder dan 1 mm toe, stroomsnelheden op de rand van de vaarweg en in het zomerbed veranderen minimaal (respectievelijk max 3 cm/s en 3 mm/s). Daarmee zijn verslechtingen van de dwarsstroming, waterdiepte en morfologie onwaarschijnlijk. Bij middenafvoeren kunnen deze effecten wat groter zijn. Dit zal in de planuitwerking moeten worden vastgesteld.

Alle alternatieven hebben dus geen significant waterstandseffect bij de hoogwaterreferentie. Echter wordt in principe elke buitendijkse versterking negatief beoordeeld op de hoogwaterreferentie, aangezien ruimte van de rivier wordt ingenomen. De hoogwaterreferentie is voor alle alternatieven dan ook beoordeeld als licht negatief effect. De buitendijkse versterking in alle alternatieven heeft geen significant effect op scheepvaart en morfologie. De effecten van KA1, KA2 en het VKA zijn dan ook neutraal beoordeeld, zie ook de volgende tabel.

Tabel 4: MER beoordeling rivierkunde KA1, KA2 en VKA

	KA1	KA2	VKA
Hoogwaterreferentie	-	-	-
Scheepvaart	0	0	0
Morfologie	0	0	0
Rivierkunde	0	0	0

² Waterstandseffecten kleiner dan 1 mm worden beschouwd als modelonnauwkeurigheid in WAQUA-berekeningen, en zijn daarom toelaatbaar.