Nota afweging Dynamische Keermiddelen (inclusief MKBA)

Afweging dynamische keermiddelen versus reguliere versterking primaire keringen voor de Donge en Amertak

10 oktober 2016

Verantwoording

Titel	Nota afweging Dynamische Keermiddelen (inclusief MKBA)
Opdrachtgever	Waterschap Brabantse Delta
Projectleider	Coen Riemslag
Auteur(s)	Floris Eenink, Roelant van Dam, specialisten Tauw milieu/omgeving/techniek/kosten, HKV, HSN en Decisio
Projectnummer	1238089
Aantal pagina's	162 (exclusief bijlagen)
Datum	10 oktober 2016
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven

Colofon

Tauw bv
BU Water & Ruimtelijke Kwaliteit
Australiëlaan 5
Postbus 3015
3502 GA Utrecht
Telefoon +31 30 28 24 82 4

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom.
De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Inhoud

Verantwoording en colofon **5**

Leeswijzer **12**

DEEL A Integrale afweging Dynamische keermiddelen vs reguliere dijkversterking **18**

1 Inleiding **19**
1.1 Taken Waterschap Brabantse Delta 19
1.2 Achtergrond HWBP 19
1.3 Aanleiding 20
1.4 Dynamische keermiddelen als alternatief op de reguliere dijkversterking 21
1.5 Voorliggend document: welke keuze ligt er voor? 22
1.6 Conclusies en advies 23

2 Opgave en voorliggende principe-alternatieven **25**
2.1 Algemene systeembeschrijving 25
2.2 Probleemstelling 27
2.3 Alternatieven voor verbetering waterveiligheid 31
2.3.1 Dynamische keermiddelen (DKM) – Alternatief 1 31
2.3.2 Reguliere dijkversterking – Alternatief 2 36
2.3.3 Doorkijk langjarige versterkingsopgave beide alternatieven 40

3 Beoordeling van principe alternatieven 1 en 2 ..... **43**
3.1 Beoordelingskader 43
3.2 Resultaten kwalitatief spoor (Ruimtelijke en milieuthema's) 43
3.3 Omgeving en belanghebbenden 46
3.4 Resultaten kwantitatief spoor (MKBA) 47
3.4.1 Maatschappelijke afweging 47
3.4.2 Rekenresultaten 48
3.4.3 Gevoeligheidsanalyse 48
3.5 Advies te volgens stappen 49

4 Besluitvorming en vervolgproces **52**

DEEL B Achterliggende analyse Dynamische keermiddelen vs reguliere dijkversterking **54**

5 Werkwijze en Beoordelingskader ... 55
5.1 Beoordelingskader ... 55
5.1.1 Kwalitatieve beoordeling ... 56
5.1.2 Kwantitatieve beoordeling (MKBA) ... 58

6 Gebiedsbeschouwing waterveiligheidsopgave ... 59
6.1 Waterveiligheidsysteem ... 59
6.1.1 Gebiedsomschrijving Donge – Amertak ... 59
6.1.2 Normering ... 59
6.1.3 Type waterkeringen in het projectgebied ... 60
6.2 Versterkingsopgave: Huidig wettelijk kader ... 65
6.3 Versterkingsopgave: Doorkijk naar 2120 ... 66
6.3.1 Ontwikkelingen normering ... 66
6.3.2 Ontwikkeling hydraulische belasting ... 67
6.3.3 Indicatie opgave aan de hand van de veiligheidsanalyse ... 68
6.3.4 Indicatie van versterkingsmogelijkheden waterkeringen ... 69

7 Beschrijving van de alternatieven ... 71
7.1 Focus op het gehele systeem ... 71
7.2 Alternatief 1: Dynamische keermiddelen met regionale keringen ... 71
7.2.1 Waar gaat het om / wat is het? ... 71
7.2.2 Dynamische keermiddelen ... 73
7.2.3 Gemaal voor borging afvoerfunctie Donge en Amertak ... 76
7.2.4 Gevolgen: Waterkeringen ... 82
7.2.5 Gevolgen: Buitendijkse terreinen ... 85
7.2.6 Resumé ... 86
7.3 Alternatief 2: Reguliere dijkversterking ... 87
7.3.1 Waar gaat het om / wat is het? ... 87
7.3.2 Verwachte uitkomsten 1e beoordelingsronde ... 89
7.3.3 Gevolgen: Waterkeringen ... 90
7.3.4 Gevolgen: Buitendijkse terreinen ... 90
7.3.5 Resumé ... 91
7.4 Technisch vergelijk alternatief 1 en 2 ... 91

8 Beschouwing van de alternatieven ... 93
8.1 Duurzaamheid conform de omgevingswijzer ... 93
8.1.1 Energie en materialen ... 93
8.1.2 Water ... 94
8.1.3 Bodem en Ondergrond ... 95

8.1.4 Ecologie en biodiversiteit ... 96
8.1.5 Ruimtegebruik (wat en waar) ... 96
8.1.6 Ruimtelijke kwaliteit (hoe) ... 97
8.1.7 Welzijn en gezondheid ... 97
8.1.8 Sociale relevantie ... 98
8.1.9 Bereikbaarheid ... 98
8.1.10 Investeringen ... 99
8.1.11 Vestigingsklimaat voor de bedrijvigheid ... 99
8.1.12 Vestigingsklimaat voor de bevolking ... 100
8.2 Robuustheid en uitbreidbaarheid ... 101
8.2.1 Alternatief 1: Dynamische keermiddelen met regionale keringen ... 102
8.2.2 Alternatief 2: Reguliere dijkversterking ... 103
8.2.3 Conclusie (grootste verschillen tussen de alternatieven) ... 104
8.3 Ruimtelijke kwaliteit ... 104
8.4 Klant-Eis-Specificaties en meekoppelkansen ... 106
8.5 Uitvoering (inclusief schadeverwachting en hinder) ... 111
8.6 Beheer en onderhoud ... 114
8.7 Milieueffecten ... 114
8.7.1 Bodem en water ... 114
8.7.2 Natuur ... 117
8.7.3 Landschap, cultuurhistorie en recreatie ... 119
8.7.4 Archeologie ... 119
8.7.5 Kabels en leidingen ... 124
8.7.6 Woon- werk en leefmilieu ... 124
8.7.7 Ruimtegebruik ... 127
8.8 Omgeving ... 130
8.9 Bandbreedtes / onzekerheden ... 130
8.10 Conclusie kwalitatieve beoordeling ... 131

9 Kosten ... 132
9.1 Basis voor financiering ... 132
9.2 Doel van de kostenraming ... 133
9.3 Kostenbepaling ... 133
9.3.1 Algemeen ... 133
9.3.2 Kostenbepaling dijkversterking ... 133
9.3.3 Kostenbepaling Dynamische keermiddelen ... 134
9.3.4 Kostenbepaling Gemaal ... 135
9.4 LCC-methodiek ... 137
9.5 Contante waarde berekening ... 138

9.6 Resultaten kostenraming en Contante waarde ... 138
9.7 Alternatief 3 ‘bewust uitstellen van een besluit rondom de DKM’ ... 138

DEEL C Maatschappelijke kosten- batenanalyse (MKBA) ... 141

10 Inleiding MKBA ... 142
10.1 Achtergrond ... 142
10.2 Doel van de Maatschappelijke Kosten-Batenanalyse (MKBA) ... 142
10.3 Werkwijze MKBA ... 143
10.3.1 Relatie tussen het beoordelingskader en de MKBA ... 143
10.4 Uitgangspunten MKBA ... 145
10.4.1 Maatschappelijke kosten en baten vs. Maatschappelijke kosteneffectiviteit ... 145
10.4.2 Inschattingen op basis van kengetallen ... 145
10.4.3 Netto contante waarde ... 145
10.4.4 Algemene uitgangspunten ... 145
10.4.5 Vergelijking (alternatieven en varianten) ... 146
10.4.6 Deltascenario’s ... 146
10.4.7 Gevoeligheidsanalyses ... 147
10.5 Effecten in de MKBA ... 147
10.6 Directe effecten ... 148
10.6.1 Investeringskosten ... 148
10.6.2 Beheer- en onderhoudskosten (inclusief levensloopkosten) ... 149
10.6.3 Vermeden investeringen ... 149
10.6.4 Veiligheidseffecten ... 150
10.6.5 Effecten tijdens de aanleg ... 153
10.7 Indirecte effecten ... 153
10.7.1 Bereikbaarheidseffecten ... 154
10.7.2 Ruimtelijke kwaliteit ... 154
10.7.3 Externe effecten ... 156
10.8 Resultaten MKBA ... 156
10.9 Gevoeligheidsanalyses ... 158
10.9.1 Investeringskosten ... 158
10.9.2 Discontovoet ... 159
10.9.3 Alternatief 3 ‘bewust uitstellen van een besluit rondom de DKM’ ... 160
10.10 Conclusies ... 161

11 Literatuur ... 162

Bijlage(n)

1 Analyse Donge en Amertak ten behoeve van kosteninschatting
2 Kostenraming Alternatief 1: Aanleg DKM en afwaardering kering
3 Kostenraming Alternatief 2 reguliere primaire versterking
4 Kostenraming Alternatief 3: Gefaseerde aanpak

Leeswijzer

De voorliggende Nota afweging Dynamische keermiddelen dient ter ondersteuning in de systeemkeuze voor de waterveiligheid in het gebied Donge en Amertak. Op systeemniveau bestaan er twee principeoplossingen om de hoogwaterveiligheid in het gebied te borgen:

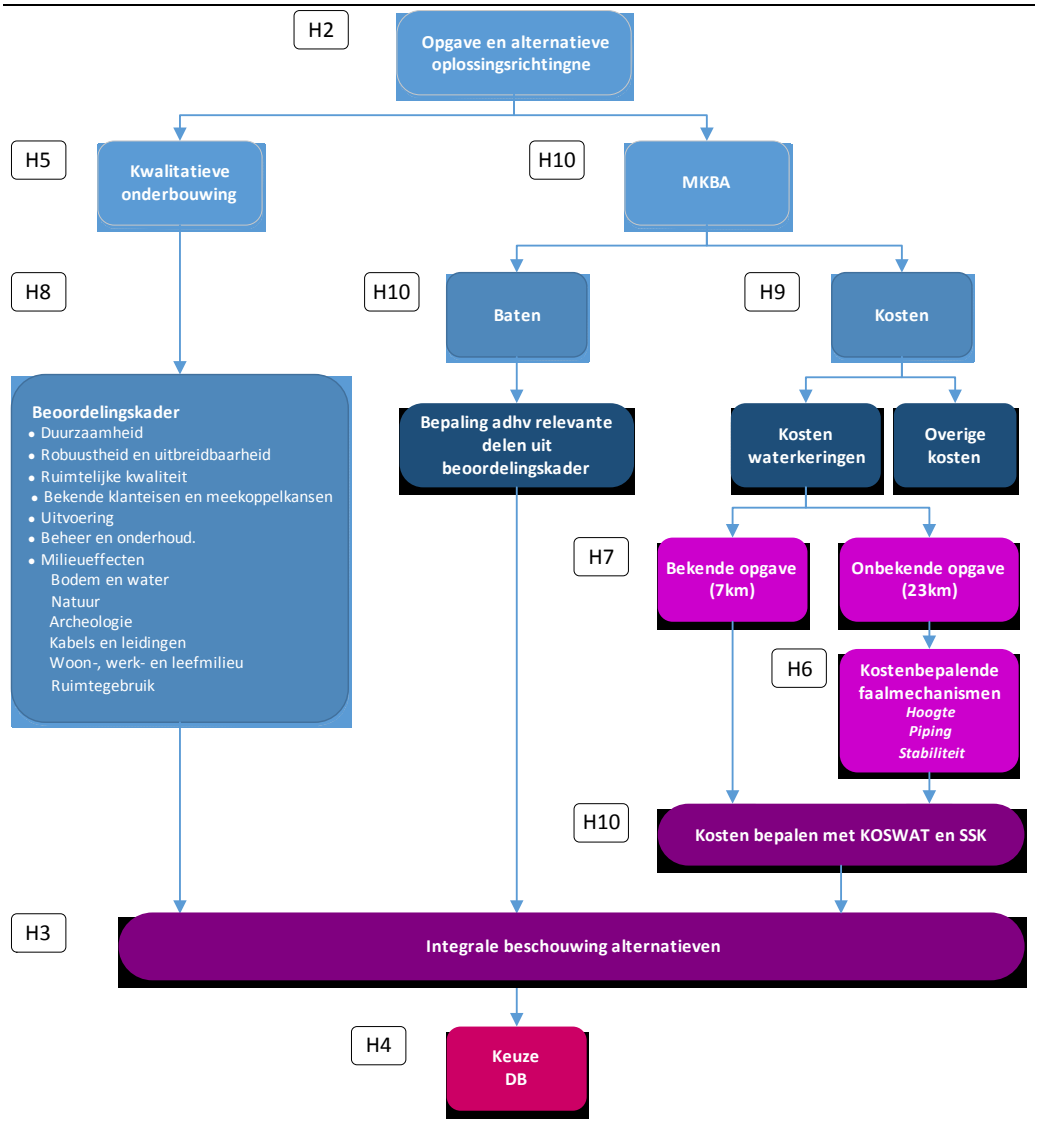
- Aanleg dynamische keermiddelen (DKM) in de monding van de Donge en van de Amertak. Door aanleg van de DKM wordt de waterstand in het achterliggende gebied gemaximeerd op een vast te stellen sluitpeil. Dijken in het gebied blijven hun functie behouden, echter ze worden mogelijk afgewaardeerd naar regionale keringen en hoeven ten aanzien van toenemende buitenwaterstanden niet meer te worden versterkt
- De dijken blijven hun functie behouden als primaire waterkering en zullen in de toekomst versterkt moeten worden als gevolg van inzichten op basis van toenemende buitenwaterstanden (vanwege klimaatveranderingen).

Dit document bestaat uit de delen A, B en C

Deel A - Integrale afweging toepassing dynamische keermiddelen (H1 t/m H4)
Deel A vormt een zelfstandig leesbaar document dat de aanleiding van de opgave, het systeem en alternatieven beschrijft. Op hoofdlijnen worden de belangrijkste resultaten van de beoordeling en afweging behandeld. Deel A sluit af met een voorkeursstrategie voor de besluitvorming dynamische keermiddelen en geeft een beschrijving van de besluitvorming en het vervolgproces.

Deel B – Achterliggende analyse toepassing dynamische keermiddelen (H5 t/m H9)
Deel B geeft achtergrondinformatie en onderbouwing van deel A. Het gaat nader in op het watersysteem en de bijbehorende waterkeringen en de twee principe alternatieven. Het bevat een beschrijving van het toe te passen beoordelingskader, een kwalitatieve beschouwing van de twee alternatieven op het beoordelingskader en een beschouwing van de investerings- en levensduurkosten van de alternatieven.

Deel C – Maatschappelijke Kosten Baten analyse (H10)
Deel C beschrijft de Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA). Dit is een economische projectbeoordeling die wordt ingezet als hulpmiddel bij het maken van keuzes tussen projectalternatieven. In een MKBA worden ongelijksoortige effecten van een beleidsmaatregel (bijvoorbeeld financiële kosten en opbrengsten, effecten op natuur, milieu, economie) systematisch in beeld gebracht, gewaardeerd en met elkaar vergeleken. De vergelijking van de diverse effecten wordt gemaakt door ze zoveel mogelijk te ‘monetariseren’. Dit houdt in dat de effecten aan de hand van verschillende economische waarderingsmethoden in euro’s worden uitgedrukt.



Figuur 0.1 Processchema en leeswijzer van de Nota Dynamische keermiddelen

Verklarende woordenlijst

Principe Alternatief 1 (DKM)	Aanleg dynamische keermiddelen (DKM) in de monding van de Donge en van de Amertak. Door aanleg van de DKM wordt de waterstand in het achterliggende gebied gemaximeerd op een vast te stellen sluitpeil. Dijken in het gebied blijven hun functie behouden, echter ze worden mogelijk afgewaardeerd naar regionale keringen en hoeven op basis van toenemende buitenwaterstanden niet meer te worden versterkt
Principe Alternatief 2 (Reguliere versterking)	De dijken blijven hun functie behouden als primaire waterkering en zullen in de toekomst versterkt moeten worden als gevolg van inzichten op basis van toenemende buitenwaterstanden (vanwege klimaatveranderingen).
Dynamische keermiddelen (DKM)	Keersluizen die onder normale omstandigheden geopend zijn en bij dreigend (extreem) hoogwater gesloten worden om de waterstandsstijging op de Donge en Amertak te beperken
Aftoppen van waterstand	Met behulp van keermiddelen buitensluiten van hoogwatergolf en afpompen van instromend water vanuit het achterland waardoor de piek in het hoogwater wordt gemaximeerd
Sluitpeil keermiddelen	Waterstand waarbij de keermiddelen gesloten worden om achter de keermiddelen de waterstand niet verder te laten stijgen
Sluitfrequentie keermiddelen	Het jaarlijkse aantal verwachte sluitingen benodigd om de waterstand niet boven het streefpeil te laten stijgen. De sluitfrequentie bij een streefpeil van NAP 3,0m bedraagt nu circa 1/2000 per jaar. Als gevolg van klimatologische ontwikkelingen neemt de sluitfrequentie toe tot 1/100 per jaar in 2100
LTR3	Derde en verlengde derde Landelijke Toetsronde waarin de primaire keringen zijn getoetst aan de wettelijke veiligheidsvereisten (afgerond in 2011)
Wettelijke Beoordelingsronde	Periodieke beoordeling van de waterkering op basis van de nieuwe normen en nieuwe

	rekenregels (1e ronde vindt plaatst tussen 2017 en 2022). WB 1 volgt LTR3 op
Opgave	Benodigde maatregelen om de waterkering aan de wettelijke vereisten te laten voldoen
(faal) mechanisme piping	Mechanisme waarbij een zand meevoerende pipe ontstaat als gevolg van kwel
(faal) mechanisme hoogte	Mechanisme waarbij door golfoverslag en (golf)overloop een dusdanige hoeveelheid water over de dijk stroomt dat de dijk faalt. In deze analyse is 1 l/s/m als maximaal toelaatbaar debiet aangehouden
(faal) mechanisme macrostabiliteit binnenwaarts	Mechanisme waarbij de dijk onvoldoende stabiliteit heeft om de optredende waterstand te kunnen weerstaan.
Primaire waterkering	Waterkering aangewezen door I&M die direct belast wordt door buitenwater (grote rivieren)
Regionale waterkering	Waterkering aangewezen door de provincie die belast wordt door een regionaal watersysteem
Opgave vanuit het HWBP	De in LTR3 afgekeurde dijktrajecten die opgenomen zijn in het HWBP project Geertruidenberg en Amertak (7,3 km)
Overige primaire keringen	Alle primaire waterkeringen binnen het Amertak – Donge systeem die niet vallen binnen de opgave vanuit het HWBP
LCC	Life Cycle Cost – Alle kosten die gedurende levensduur gemoeid zijn (bouw, onderhoud, energie, beheer en eventueel sloop)
NCW	Netto Contante Waarde – De waarde nu van een toekomstige investering. Welk bedrag moet ik nu reserveren om straks een investering te kunnen doen. Manier om kosten nu te vergelijken met toekomstige kosten.

Belangrijkste aannames en uitgangspunten voor deze verkenning:

- Waterkeringen achter de DKM worden afgewaardeerd tot regionale kering
- Het streefpeil achter de (gesloten) DKM bedraagt NAP + 3,0 m
- De voorgenomen locaties van de DKM zijn de mondingen van de Donge en Amertak
- Waterkeringen ten noorden van de DKM dienen ongeacht het alternatief versterkt te worden
- De oeverbekleding van de Amertak dient ongeacht het alternatief vervangen te worden

- De DKM en het gemaal worden primair voor de hoogwaterbescherming gesticht en daarmee subsidiabel als alternatief van een reguliere dijkversterking
- De planperiode van de verkenning bedraagt 100 jaar
- Gedurende de planperiode (t/m 2120) stijgt het maatgevende hoogwater met 0,80m als gevolg van klimatologische ontwikkelen
- Het waterschap geeft prioriteit aan de beoordeling van de overige primaire keringen langs de Donge en Amertak waarmee vroeg in de 1e wettelijke beoordelingsronde (2017 – 2022) inzichtelijk wordt wat de versterkingsopgave is
- De versterkingsopgave van de overige primaire keringen kan na de beoordeling in 2030 zijn gerealiseerd.

Figuur 0.2 Overzicht vanuit voorliggende HWBP opgave (rood) en de overige primaire keringen (zwart) bij aanleg van DKM (oranje)

DEEL A

Integrale afweging
Dynamische keermiddelen vs reguliere dijkversterking

1 Inleiding

1.1 Taken Waterschap Brabantse Delta

Waterschap Brabantse Delta zorgt voor veilige dijken en kades, zuivert rioolwater, verbetert en bewaakt de kwaliteit van het oppervlaktewater en regelt de hoogte van het water in Midden- en West-Brabant. Bij de uitvoering van deze taken werkt het waterschap samen met inwoners, agrariërs, bedrijven en anderen. Hierbij houdt het waterschap rekening met de belangen van de samenleving en bereidt zich voor op toekomstige ontwikkelingen.

Om te zorgen dat er nu en in de toekomst veilig gewoond en gewerkt kan worden in Midden- en West-Brabant, controleert en onderhoudt waterschap Brabantse Delta ruim 400 kilometer aan dijken. Tegen de dreiging van het hoogwater zijn dijken gebouwd, verhoogd en versterkt.

1.2 Achtergrond HWBP

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu (Rijkswaterstaat) en de waterschappen voeren in het landelijk Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), onderdeel van het nationale Deltaprogramma, maatregelen uit om de primaire waterkeringen aan de veiligheidsnorm te laten voldoen, nu en in de toekomst.

Binnen dit kader worden de primaire waterkeringen iedere 6 jaar getoetst aan de vigerende waterveiligheidsnorm. Dijkvakken die worden afgekeurd dienen te worden versterkt waarbij financiering plaatsvindt door bijdragen van het waterschap (10%) en het Hoogwater beschermingsprogramma (HWBP) (90%). Het HWBP financiert de dijkversterkingen uit het Deltafonds dat voor 50% wordt opgebracht door het Rijk en voor 50% wordt opgebracht door de gezamenlijke waterschappen.

Als financieringsvoorwaarde stelt het HWBP eisen aan de versterkingsprojecten. Zo streeft het HWBP onder meer naar sober- en doelmatige oplossingen voor de waterveiligheid en verlangt het dat er verschillende projectfasen worden doorlopen. De fase waarin het voorliggende dijkversterkingsproject 14A Geertruidenberg – Amertak zich momenteel bevindt is de zogenaamde Verkenningsfase.

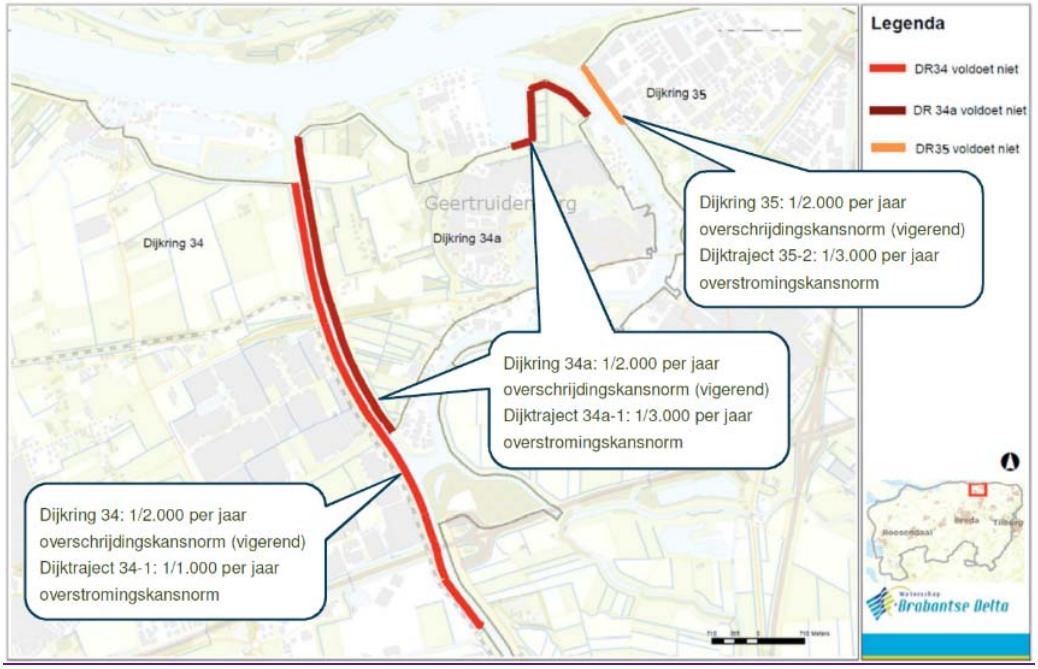
De verkenningsfase moet via een variantenstudie leiden tot een voorkeursalternatief (VKA) die in de Planuitwerkingsfase verder wordt uitgewerkt. Om te komen tot het VKA worden eerst op basis van de technische probleemanalyse én beschouwing van omgevingsaspecten (waaronder de meekoppelkansen per dijkvak) oplossingsrichtingen uitgewerkt. Op basis van de oplossingsrichtingen worden kansrijke alternatieven voor de dijkversterking samengesteld en

uitgewerkt (zeef 1). Op basis van de kansrijke alternatieven wordt uiteindelijk het VKA samengesteld (zeef 2).

1.3 Aanleiding

Rondom Geertruidenberg monden de Donge en Amertak uit in de Bergsche Maas. De dijken ten zuiden van deze mondingen zijn onderdeel van de dijkringen 34 (westoever Amertak), 34a (rond Geertruidenberg) en 35 (oostoever Donge). In de 3e landelijke en in de verlengde 3e landelijke toetsronde (LTR3, 2011) is gebleken dat een aantal dijkvakken van deze dijkringen niet voldoet aan de normen voor waterveiligheid. Waterschap Brabantse Delta wil daarom een aantal dijktrajecten rond Geertruidenberg versterken. Deze afgekeurde trajecten met een gezamenlijke lengte van circa 7,3 km zijn aangemeld bij het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Het betreft de in onderstaande figuur gearceerde dijkvakken. De versterking van deze dijkvakken is als één project aangedragen bij het HWBP met de naam:

'**Dijkversterking 14A Geertruidenberg en Amertak**'.



Figuur 1.1 HWBP opgave Dijkversterking 14A Geertruidenberg en Amertak

Een bijkomstigheid van voorliggende dijkversterkingen binnen het Hoogwaterbeschermingsprogramma is anticipatie op de aanstaande normwijziging voor primaire waterkeringen (zie ook deel A 2.2).

1.4 Dynamische keermiddelen als alternatief op de reguliere dijkversterking

Voor dit project is in de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma aangegeven dat een alternatief op de dijkversterking verder onderzocht dient te worden. Dit alternatief voorziet in het afsluitbaar maken van de Donge en Amertakmonding van de Bergsche Maas met dynamische keermiddelen om de dreiging van het buitenwater te beperken. Met het afsluitbaar maken van de mondingen kunnen de achterliggende keringen afgewaardeerd worden tot regionale kering.

De achterliggende reden voor het onderzoeken van de DKM is tweeledig:

- In de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma is aangegeven dat keersluizen verder onderzocht dienen te worden omdat dit mogelijk tot een efficiëntere oplossing leidt
- Daarnaast dient er bij dijkversterkingen binnen het Hoogwaterbeschermingsprogramma geanticipeerd te worden op een aanstaande normwijziging voor primaire waterkeringen waardoor de opgave in het achterland mogelijk significant toeneemt als de keringen hun primaire status behouden.

De realisatie van dynamische keermiddelen in de Amer en Donge betreft een systeemingreep. Het beïnvloedt immers niet slechts de versterkingsopgave van de dijken die zijn afgekeurd in de derde verlengde toetsronde maar beïnvloedt het gehele watersysteem (inclusief waterkeringen) achter deze keermiddelen. Onderstaande figuur geeft de waterkeringen weer die worden beïnvloed door aanleg van dynamische keermiddelen.

- De rode lijnen betreffen de huidige voorliggende versterkingsopgave vanuit de verlengde LTR3
- De waterkeringen die in de verlengde LTR3 zijn goedgekeurd maar wel worden beïnvloed door de DKM zijn zwart gearceerd
- De beoogde locatie van de keermiddelen zijn weergegeven met de oranje stippen

Op dit moment is de aanname dat bij toepassing van de DKM zowel de rode als zwarte primaire keringen (behoudens delen ten noorden van de DKM) de status van regionale waterkering krijgen.

Figuur 1.2 Overzicht HWBP opgave (rood) en de beïnvloedde overige keringen (zwart) bij aanleg van DKM (oranje)

De dynamische keermiddelen als systeem ingreep kunnen als alternatief niet zondermeer vergeleken worden / afgezet worden tegen de oplossingsrichtingen voor het enkel versterken van de afgekeurde dijkvakken in de verlengde 3e landelijke toetsronde (7,3 km binnen de dijkringen 34, 34a en 35). De dynamische keermiddelen hebben immers een andersoortige impact op de omgeving dan de HWBP opgave uit de verlengde LTR3.

1.5 Voorliggend document: welke keuze ligt er voor?

Om tot een volwaardige vergelijking te komen, vergelijken we de DKM daarom met langjarige dijkversterking op systeemniveau. De systeemingreep dijken bestaat uit alle primaire keringen langs de Donge en Amertak, waar nu of in de toekomst een versterkingsopgave voor kan gaan spelen / speelt. Een deel van deze keringen (de voor genoemde 7,3 km) is reeds afgekeurd in de verlengde LTR3. Voor de resterende keringen is met de huidige inzichten en anticiperend op het

in 2017 wijzigende Ontwerp Instrumentarium (OI) en Wettelijk Beoordelings Instrumentarium (WBI) een inschatting gemaakt van toekomstig benodigde ingrepen.
Voor de afweging op systeemniveau van de twee alternatieven (DKM versus Dijken) is deze nota dynamische keermiddelen opgesteld. In deze nota worden beide alternatieven via een objectieve integrale analyse met elkaar vergeleken bezien vanuit meerdere beoordelingsaspecten. Onderdeel van dit rapport is een Maatschappelijke Kosten en Baten Analyse (MKBA).

Met deze nota wordt aan de ambtelijke werkgroep bevoegd gezag (AWBG) en de bestuurlijke stuurgroep (BSG) de benodigde en beschikbare informatie aangereikt om tot een advies aan het dagelijks bestuur van waterschap Brabantse Delta te komen.

Gaat de voorkeur uit naar:

1. **Een oplossing van waterveiligheid door middel van het alternatief DKM (alternatief 1) óf**
2. **Vervalt dit alternatief en dient de focus voor de verkenningsfase gelegd te worden op het alternatief Dijken (alternatief 2)?**

1.6 Conclusies en advies

Het inzetten van dynamische keermiddelen als alternatief voor de dijkversterking biedt serieuze kansen voor de belanghebbenden in het gebied (ondernemen, wonen, recreëren en het beperken van toekomstige versterkingen). De onzekerheden die op dit moment de afweging bemoeilijken betreffen:

- Onzekerheid in de veiligheidsopgave van de overige primaire keringen. Het niet beschikbaar zijn van voldoende gedetailleerde geotechnische ondergrondgegevens maakt dat de opgave voor stabiliteit zowel in aantal kilometers als in omvang omgeven is met een grote bandbreedte. Met aannames gebaseerd op expert-judgement is de opgave nu in beeld gebracht. De effecten op de omgeving kunnen dus niet exact in beeld gebracht worden
- Onzekerheden in de kosten van maatregelen. De kosten zijn direct gerelateerd aan de opgave (in kilometers) en de omvang / uitvoering van de maatregel. Dit geldt vooral voor de stabiliteitsopgave van de overige primaire keringen en de hoogte opgave in het hele gebied
- Onzekerheid in de financiering. Voor de HWBP opgave is 90% financiering georganiseerd vanuit het HWBP. Op dit moment is nog onduidelijk of deze financieringsafspraak ook geldt voor de waterkeringen die een regionale status krijgen door de aanleg van de DKM. Ofwel; op dit moment vormt de keuze voor afwaardering nog een financieel risico voor de keringbeheerder van de regionale waterkeringen (waterschap Brabantse Delta).

Geadviseerd wordt de keuze voor toepassing van dynamische keermiddelen uit te stellen tot na uitvoering van de aanstaande 1^{e} beoordelingsronde (betreffende de overige primaire dijktrajecten langs Donge en Wilhelminakanaal) en de dijkversterking langs Amertak, Slikpolder en Domboschpolder (volgend vanuit de afkeur in de 3e toetsronde) uit te voeren ZONDER rekening

te houden met de eventuele bouw van dynamische keermiddelen. **Dit betreft de kern van het voorliggende 3e alternatief**.

Na de beoordelingsronde van de overige primaire keringen (uiterlijk gereed in 2022) valt een belangrijk deel van de onzekerheid weg en kan de principekeuze voor het (alsnog) wel of niet aanleggen van de dynamische keermiddelen worden herijkt. Indien dan een duidelijke voorkeur ontstaat voor toepassing van de keermiddelen, is de reeds uitgevoerde dijkversterking (2021 gereed) geen weg gegooid geld. Op een beperkte stabiliteitsmaatregel na is de versterkingsopgave binnen het HWBP traject nu namelijk voor beide alternatieven gelijk.

Figuur 1.3 Vorming van alternatief 3

Dit bewuste uitstel van de besluitvorming rondom de inzet dynamische keringen (alternatief 3) kan rekenen op de steun van de betrokken gemeenten, het waterschap, provincie, Rijkswaterstaat en subsidient HWBP. Bij dit besluit wordt in de verkenningsfase verder onderzocht welke versterkingsmogelijkheden er zijn voor de reeds afgekeurde dijkvakken waaruit een voorkeursalternatief kan worden gekozen.

Alternatief 3 wordt als voorkeursrichting binnen de voorliggende hoogwateropgave voorgelegd aan het waterschapsbestuur. Het volgt logischerwijze uit de studie naar de principe-alternatieven 1 en 2 (deel B en C). Alternatief 3 vindt u daarom niet als zelfstandig te onderzoeken alternatief terug in deze studie behoudens dat alt 3 wél op investerings/levensduurkosten is gezet (H9) en in de MBKA wordt behandeld (H10)

2 Opgave en voorliggende principe-alternatieven

2.1 Algemene systeembeschrijving

Het plangebied ligt ten zuiden van de Bergsche Maas in de gemeenten Drimmelen, Oosterhout en Geertruidenberg. De Donge en Amertak liggen zowel in stedelijk gebied (Geertruidenberg en Oosterhout) als in landelijk gebied met agrarische bedrijvigheid (kas- en landbouw). Langs een groot deel van de Donge en het zuidelijk deel van de Amertak is zowel binnendijkse als buitendijkse bedrijvigheid. Voor de beroeps- en recreatievaart zijn de Donge en Amertak ontsluitingsroutes van het achterland en de bedrijven in het plangebied.

Zowel de in LTR3 afgekeurde trajecten als de overige primaire waterkeringen langs de Donge en Amertak zijn onderwerp van deze beschouwing. Alleen dan kan een evenwichtige afweging van de principe-alternatieven gemaakt worden. Aan de noordzijde staan de Amertak en de Donge ter hoogte van Geertruidenberg in open verbinding met de Bergsche Maas. Vanuit het zuiden is de Amertak in Oosterhout via Sluis I verbonden met het Wilhelminakanaal en via de Marksluis verbonden met het Markkanaal. Het watersysteem wordt gedicteerd door de waterstand op Bergsche Maas en de afvoer van het Wilhelminakanaal.

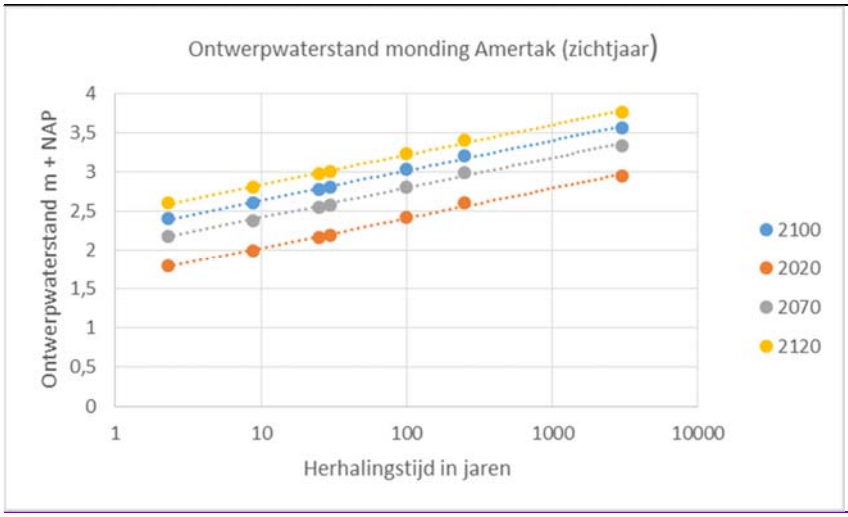
De Amertak kent twee beheerders; onder het niveau NAP +1,90m is Rijkswaterstaat als beheerder verantwoordelijk voor de nautische aspecten en de oeverbekleding. Boven NAP +1,90m is het waterschap Brabantse Delta verantwoordelijk voor de waterkering. De oeverbekleding dient de oever te beschermen tegen erosie door wind- en scheepvaartgolven.

De waterkeringen langs het systeem behoren tot de dijkringen 34, 34a en 35. Deze kennen elk een vigerende overschrijdingskansnorm van 1/2.000 per jaar (tot 2017). Zie ook figuur 1.1 hwbp opgave dijkversterking 14a geertruidenberg en amertak.

Steeds hogere waterstanden

Als gevolg van klimatologische ontwikkelingen voorspelt het KNMI een stijging van de zeespiegel en intensievere neerslag. Dit resulteert in hogere afvoeren en hogere waterstanden op onze rivieren. Om hier op te anticiperen hanteren we voor verschillende planperiodes verschillende maatgevende waterstanden. Des te verder we in de toekomst kijken, des te hogere waterstanden we kunnen verwachten. Dat betekent dat een waterkering nu voldoende hoogte en sterkte bezit, maar over 50 jaar alsnog afgekeurd en versterkt moet worden. De Figuur 2.1 geeft dit weer voor de zichtjaren 2020, 2070, 2100 en 2120.

Daarbij is de ontwerpwaterstand uitgezet tegen de herhalingstijd. In 2120 moeten we rekening houden met zo'n 70 cm hogere waterstanden. Nu (2020) komt de waterstand van NAP + 3,0m gemiddeld eens in de 3000 jaar voor. In 2070 komt deze waterstand eens in de circa 300 jaar voor. Aan het einde van de planperiode (2120) is de verwachten dat de waterstand van NAP + 3,0m gemiddeld eens in de 30 jaar voorkomt.

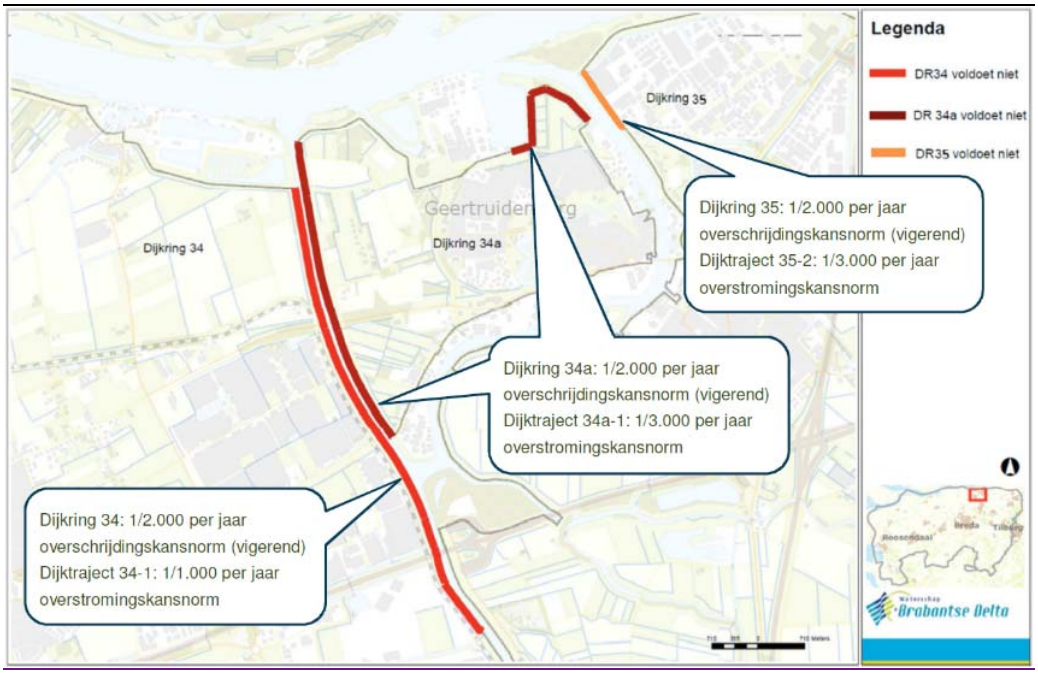


Figuur 2.1 Indicatieve ontwerpwaterstand monding Amertak bij diverse zichtjaren van 2020 tot 2120

Bronnen [9] en [11]

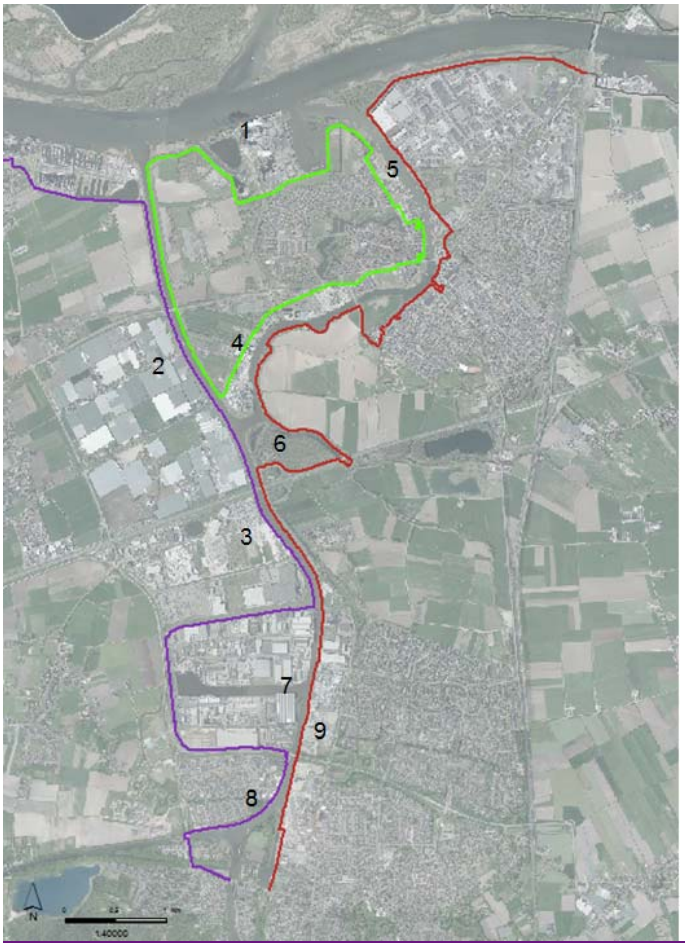
2.2 Probleemstelling

In de derde en verlengde derde Landelijke Toetsronde (LTR3) zijn de waterkeringen langs de Amertak en de Donge getoetst. Uit deze toetsing bleek dat delen van de waterkering niet voldoen aan de wettelijk gestelde veiligheidsnorm. Dit betrof een beperkte hoogteopgave, onvoldoende stabiliteit van de bekleding en een klein traject waarop de binnenwaartse stabiliteit onvoldoende was. De bijhorende versterkingsopgave is in het HWBP opgenomen als project Geertruidenberg en Amertak (GeA). Figuur 2.2 geeft de afgekeurde waterkeringen aan.



Figuur 2.2 Afgekeurde trajecten LTR3 (2011) met vigerende en toekomstige norm

Het is de verwachting dat in 2017 de nieuwe overstromingskansnormen wettelijk van kracht worden. Dit leidt op termijn tot een aanzienlijke aanvullende versterkingsopgave. Binnen de nieuwe wet ligt het watersysteem van de Amertak en de Donge in de normtrajecten 34-1, 34a-1 en 35-2. Figuur 2.3 en figuur 2.4 visualiseren dit. Voor deze trajecten is respectievelijk een overstromingskansnorm van 1/300 (signaalwaarde 1/1.000), 1/1.000 (signaalwaarde 1/3.000) en 1/1.000 (signaalwaarde 1/3.000) per jaar vastgesteld. De signaalwaarde is de belasting waarbij de waterkering afgekeurd wordt. De overstromingskansnorm correspondeert met de belasting waarbij de waterkering mag falen.

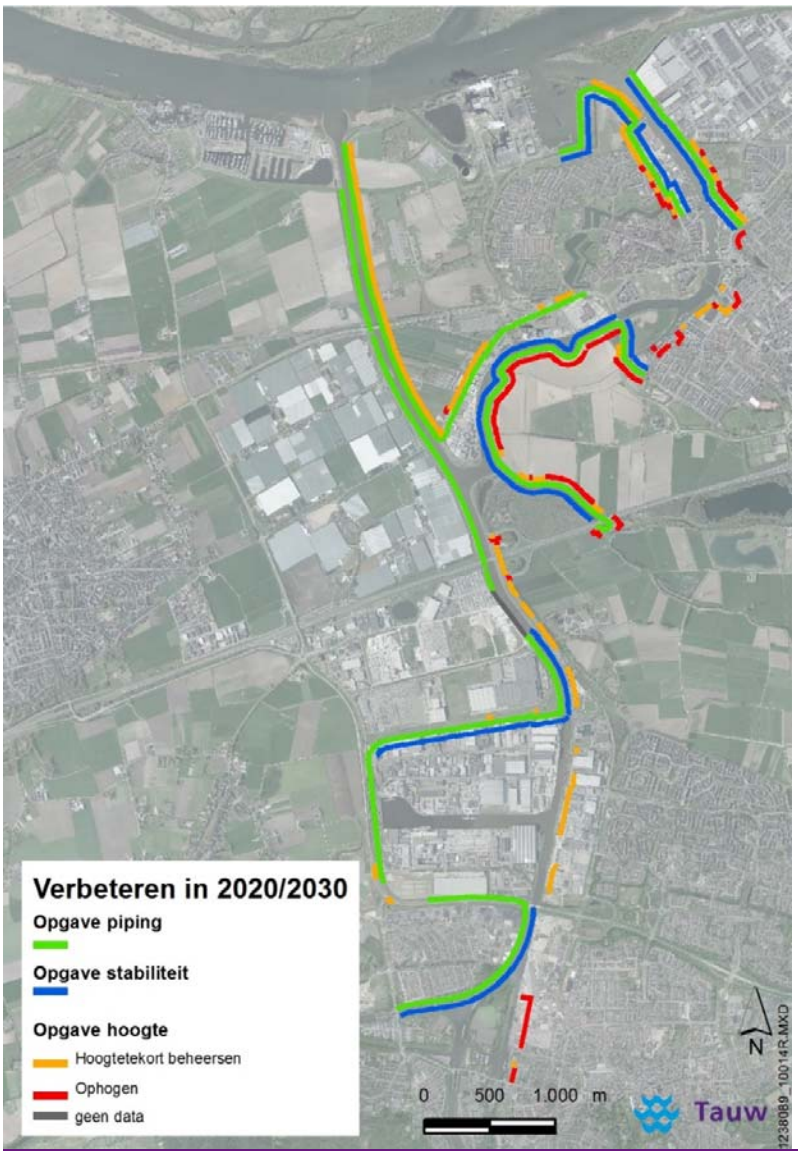


Figuur 2.3 Overzicht projectgebied Paars dijkring 34-1, Groen dijkring 34a-1 Rood dijkring en 35-2. Nummering luchtfoto's 1 t/m 9 correspondeert met deel B 3.1.3.

Wanneer de in LTR3 afgekeurde trajecten alleen worden versterkt op de afgekeurde faalmechanismen volgens de inzichten vanuit de derde toetsronde (LTR3), zullen deze na oplevering in de aankomende beoordelingsronde (2017 – 2022) wederom worden afgekeurd[1]. Immers de veiligheidsnorm en de rekenregels zijn tussen de beide beoordelingsrondes aanzienlijk verscherpt. Dit is uiteraard een onwenselijke situatie. De opgave voor de afgekeurde dijken wordt zodoende aangepast aan de nieuwe inzichten uit de tussentijds uitgevoerde Nadere veiligheidsanalyse [11]. Hiermee is voor de voorliggende opgave geanticipeerd op de aanstaande

[1] Het waterschap is voornemens de beoordeling van de Donge en Amertak prioriteit te geven (2017 – 2018).

normswijziging. Figuur 2.4 geeft weer waar binnen en buiten de projectopgave van het HWBP langs de Donge en Amertak welke problemen spelen. Uit deze Verkenning en Veiligheidsanalyses blijkt dat de opgave aanzienlijk is vergroot en dat het mechanisme piping het dominante faalmechanisme is.



Figuur 2.4 opgave voor 2020 (binnen HWBP opgave) en verwachte opgave van overige primaire keringen na de 1e beoordelingsronde

Op basis van de Nadere Veiligheidsanalyse is nu al duidelijk dat ook de overige primaire waterkeringen van het Donge – Amertak systeem onvoldoende sterkte hebben om te voldoen aan de nieuwe norm. Dat betekent dat in de 1e beoordelingsronde (2017-2022) een aanzienlijke aanvullende versterkingsopgave aan het licht komt. Dit pleit er voor om eerst te verkennen of op **systeemniveau** alternatieve oplossingsprincipes ook tot een veilige waterkering kunnen leiden tegen maatschappelijk lagere kosten. Vanuit het Deltaprogramma is geopteerd het systeem van de Donge en Amertak door middel van dynamische keermiddelen (DKM) afsluitbaar te maken bij extreem hoge waterstanden. Daarbij krijgen de achter de dynamische keermiddelen gelegen (nu nog primaire) keringen waarschijnlijk de status van regionale waterkeringen (aanname vanuit de verkenningsfase). Aan regionale waterkeringen worden lagere eisen gesteld.

Figuur 2.5 Potentiele restopgave (rood) na de volgende of opvolgende beoordelingsrondes, na versterking van de LTR 3 keringen langs Donge en Amertak

2.3 Alternatieven voor verbetering waterveiligheid

2.3.1 Dynamische keermiddelen (DKM) – Alternatief 1

Systeem

De hoogwaterdreiging komt vanaf de Bergsche Maas. Bij dreigend extreem hoogwater worden de keermiddelen gesloten waarmee het waterpeil gecontroleerd en gemaximeerd is. Instromend water vanuit het achterliggende systeem (Wilhelminakanaal, Mark, et cetera) wordt weggepompt.

Gevolgen waterkeringen

De Donge en Amertak worden ieder met een keersluis afgesloten. De voorliggende keringen aan de monding en Bergsche Maas worden versterkt. Deze versterking is niet onderscheidend voor de alternatievenafweging. In de Amertak wordt in deze studie rekening gehouden met behoud van een brede doorvaartopening (normaalprofiel conform RVW2011) waarbinnen 2 schepen elkaar zouden kunnen passeren. Uit eerdere studie blijkt dat een roldeur hiervoor het meest passende keermiddel is. Onder normale omstandigheden ervaart het scheepsverkeer hiervan geen hinder. Voor de Donge wordt in deze studie gekozen voor een smallere doorvaartopening (enkelstrooks profiel conform RW2011) waarvoor uit eerdere studie volgt dat een puntdeur het meest geëigende keermiddel is. Dit keermiddel is onder normale omstandigheden eenvoudig passeerbaar voor grote schepen, echter niet passeerbaar voor 2 schepen tegelijkertijd.

Voor beide keermiddelen geldt dat 1 à 2 maal per jaar een kortstondige geplande proefsluiting plaatsvindt. Daarnaast is er een jaarlijkse kans dat het keermiddel gesloten moet worden als gevolg van extreem hoog water op de Bergsche Maas. Deze kans loopt op van circa 1:2000 per jaar in het jaar 2020 naar 1/100 per jaar in het jaar 2100. Dit is het gevolg van de verwachte klimatologische ontwikkelingen. Onder dergelijke omstandigheden zullen de keermiddelen gedurende langere periode ingezet moeten worden.

Vanuit de Analyse haalbaarheid dynamische Keermiddelen [1] en het hydraulische onderzoek naar de afsluiting van de Donge en Amertak [9], uitgangspunten voor deze verkenning, wordt 40 m3/s aan pompcapaciteit opgesteld om bij gesloten keersluizen de waterstand op het peil van NAP +3,0 meter te handhaven. Het waterschap kiest voor dit waterniveau om de benodigde pompcapaciteit te beperken en de sluitfrequentie van de keermiddelen laag te houden. Ook buitendijks verbeteren de omstandigheden omdat de waterstand in de nieuwe situatie nooit hoger wordt dan zonder keermiddel en gemaal.

De waterkeringen achter de keermiddelen krijgen waarschijnlijk een regionale status. Door de afsluiting hoeft geen rekening gehouden te worden met een toekomstige stijgingen van de waterstanden als gevolg van klimaatwijzigingen. Er resteert een zeer beperkte hoogteopgave over totaal circa 600 meter binnen het regionale systeem. Eenmaal versterkte trajecten (primair op piping) hoeven binnen de planperiode van 100 jaar niet meer versterkt te worden.

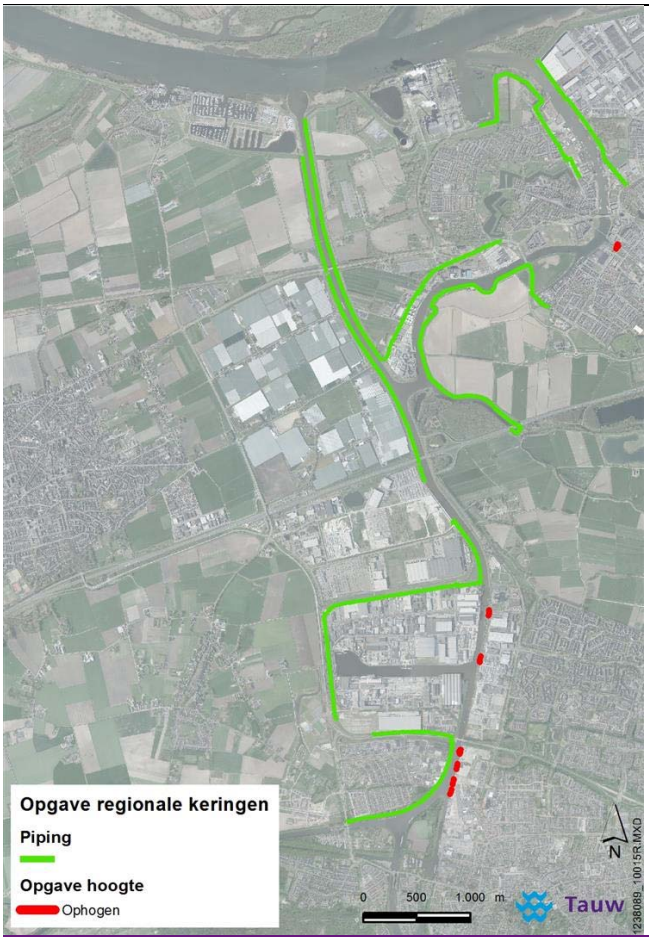
Van de circa 28 km kering langs de Donge en de Amertak heeft ruim 11 km kering voldoende kwelweglengte om piping tegen te gaan. Dit is mede doordat het achterland hier ten minste op NAP +2,0 meter ligt. Doordat de waterstand wordt gemaximeerd op NAP +3 meter resteert er op deze trajecten naar verwachting nauwelijks een opgave voor piping en stabiliteit binnenwaarts. Circa 17 km kering houdt, ook bij de gemaximeerde waterstand, een opgave voor piping. Omwille van kostenbesparing en ruimtebeslag wordt een zanddicht geotextiel ingezet als de benodigde

pipingberm langer dan 20 meter is. Bij deze lengte ligt het financieel omslagpunt en wordt het voordeliger om een geotextiel aan te brengen.

Gevolgen voor buitendijkse bedrijventerreinen (Weststad I en II te Oosterhout)
Beide bedrijventerreinen liggen onder het streefpeil van NAP+3,0 meter. Te weten op NAP +2,5 en NAP +2,8 meter. Net zoals in de huidige situatie is enige overlast bij extreem hoogwater bij deze bedrijventerreinen te verwachten. Op basis van het klimatologisch zichtjaar 2020 is de kans op overlast nu circa 1/200 per jaar. Zonder ingrijpen neemt de overstromingskans naar zichtjaar 2120 toe tot 1/5 per jaar. Zie ook Figuur 2.1 voor de verwachte waterstandsontwikkeling. Door de Donge en Amertak af te sluiten en bemaling toe te passen, wordt de overlast bij deze buitendijkse terreinen beperkt tot enkele decimeters inundatie.

Met een gewijzigd sluitregime en lager streefpeil heeft het DKM alternatief de potentie om deze terreinen zonder fysieke aanpassing droog te houden. Dit vraagt echter om aanvullende investeringen (2^{e} keermiddel per locatie) om de vereiste betrouwbaarheid van de keermiddelen te kunnen garanderen en het leidt ook tot een toename van de sluitfrequentie van de keermiddelen. Overlast door beperkte inundatie en hinder door een grotere sluitfrequentie dienen tegen elkaar afgewogen worden bij het daadwerkelijk sluiten van de keermiddelen. Deze afweging valt echter buiten scope van deze verkenning.

Figuur 2.6 geeft de versterkingsopgave weer achter de dynamische kering bij een afwaardering van de keringen en het handhaven van een maximaal peil van NAP + 3,0 meter.



Figuur 2.6 Eenmalige opgave binnen planperiode bij aanleg dynamische keermiddelen en afwaarderen keringen

Sluitpeil Dynamische keermiddelen

Voor het alternatief met dynamisch keermiddelen geldt dat de achterliggende dijken op termijn een regionale status kunnen krijgen. Deze status in combinatie met de gemaximaliseerde waterstand (=sluitpeil keermiddelen) zorgt ervoor dat de dijken nog slechts eenmalig en beperkt versterkt hoeven te worden. Contante waarde van deze dijkversterking bedraagt circa EUR 8 Mio. Nu ontstaat de vraag in hoeverre de contante waarde van dit alternatief omlaag kan door het sluitpeil van de keermiddelen lager te kiezen waardoor de versterkingsopgave van de achterliggende dijken komt te vervallen. Hieronder volgt een korte beschouwing:

Uitgangspunt in deze studie is een sluitpeil van NAP +3,0 meter (deze waterstand treedt in 2100 eens per 100 jaar op). Vanuit waterveiligheidsperspectief kan bij dit sluitpeil volgens de rekenregels worden volstaan met een enkel keermiddel in zowel de Amertak als de Donge.
Bij een kleine verlaging van het sluitpeil (orde grootte 0,10m) ontstaat volgens de rekenregels de noodzaak voor aanleg van een dubbel keermiddel per locatie. De deuren zullen immers iets vaker gesloten moeten worden waarmee de kans op een storing vergroot (zie onderstaand kader). Volgens een inschatting nemen de kosten voor de keermiddelen in dat geval toe met een factor 1,6 (IV-Infra) [4]. Deze toename van de investeringskosten ligt in de orde grootte van EUR 20 à 25 Mio en is daarmee substantieel hoger dan de versterkingsopgave. Een lager sluitpeil leidt daarmee niet tot lagere kosten.

Voldoende zekerheid in het sluitingsproces van de keermiddelen

Vanuit waterveiligheid worden hoge eisen aan de sluitzekerheid van de dynamische keringen gesteld om aan de veiligheidsnorm te kunnen voldoen. Deze zekerheid wordt bepaald door een keten aan beslissingen en fysieke handelingen die nodig zijn de keermiddelen te sluiten. Denk daarbij aan de werking van een hoogwatersensor, een aandrijfmotor, (nood)stroom etc. De kans dat de kering is afhankelijk van deze keten en het aantal keren dat de kering daadwerkelijk moet sluiten (de sluitvraag). Hoe groter de vraag, des te groter de kans dat de kering een keer niet sluit.

Door het streefpeil op NAP 3,0m te leggen, blijft het aantal sluitvragen beperkt. In combinatie met de sluitzekerheid behorend bij het keermiddel wordt zo voldaan aan de gewenste veiligheid. Omdat de sluitzekerheid van de keersluis alleen vergroot kan worden met een extra deur, introduceert dit direct een aanvullende investering.

Aanvullend op dit argument geldt dat, gezien de aard van de versterkingsopgave (voornamelijk pipingtekort) van de achterliggende dijken, het sluitpeil substantieel omlaag zou moeten (orde van 1 tot 2 meter) om de versterkingsopgave te kunnen laten vervallen. Gezien de waterstanden en bijbehorende terugkeertijden geldt voor dergelijke lagere sluitpeilen dat de keermiddelen meerdere malen per jaar en gedurende lange periode zouden moeten sluiten. Een dergelijke situatie leidt tot aanzienlijke economische schade als gevolg van stremmingen voor de scheepvaart, ook indien voor een schutsluis wordt gekozen.

Tabel 2.1 Verwachte sluitfrequentie bij sluitpeil dynamische keringen

Sluitpeil	Herhalingstijd in (2100)
NAP+3,0 meter	100 jr
NAP+2,8 meter	30 jr
NAP+2,6 meter	9 jr
NAP+2,4 meter	2,3 jr

2.3.2 Reguliere dijkversterking – Alternatief 2

Systeem

De keringen langs de Donge en Amertak worden belast door het buitenwater van de Bergsche Maas en door regionale afvoer vanuit het achterland. Met de toename van de buitenwaterstand en de afvoeren als gevolg van klimaatveranderingen, zal de belasting in de loop der jaren steeds verder toenemen. Zowel in waterstand als in frequentie.

Gevolgen waterkeringen

Dit alternatief bestaat uit:

1) Het voor 2021 versterken van de in de LTR3 afgekeurde delen waterkering. Daarbij is de opgave op deze trajecten door de nieuwe normering en rekenmethodieken aanzienlijk groter dan uit de derde toetsronde naar voren is gekomen. Piping is overal aan de orde en daarmee het dominante faalmechanisme.
2) Het versterken van de waterkeringen die afgekeurd worden in de aankomende wettelijke beoordeling (aanvang 2017) en de opvolgende beoordelingsrondes binnen de planperiode. Daarbij zal de toename van de maatgevende waterstand ervoor zorgen dat er ook een hoogteopgave gaat spelen.

De opgave voor hoogte is sterk afhankelijk van het gehanteerde zichtjaar voor het ontwerp. De opgave neemt toe naarmate het zichtjaar verder in de toekomst ligt (zie figuur 2.1 voor de ontwikkeling in de ontwerpwaterstanden). Bij een ontwerplevensduur van 50 jaar (zichtjaar 2070) is het hoogtetekort binnen de huidige projectopgave op een aantal trajecten beperkt tot enkele cm. Een dergelijk klein tekort op basis van een overslagdebiet van 1 l/s/m aan het eind van de planperiode is reden om hiervoor nu geen volledige versterking op hoogte op te nemen maar een beheersmaatregelen te treffen. Bijvoorbeeld het verbeteren van de erosiebestendigheid door het verbeteren van de grasmat of aanvullende beheerinspanning te accepteren tijdens hoogwater. In 2070 zal circa 6,3 km van de keringen binnen de huidige projectopgave niet aan de vereiste hoogte voldoen.

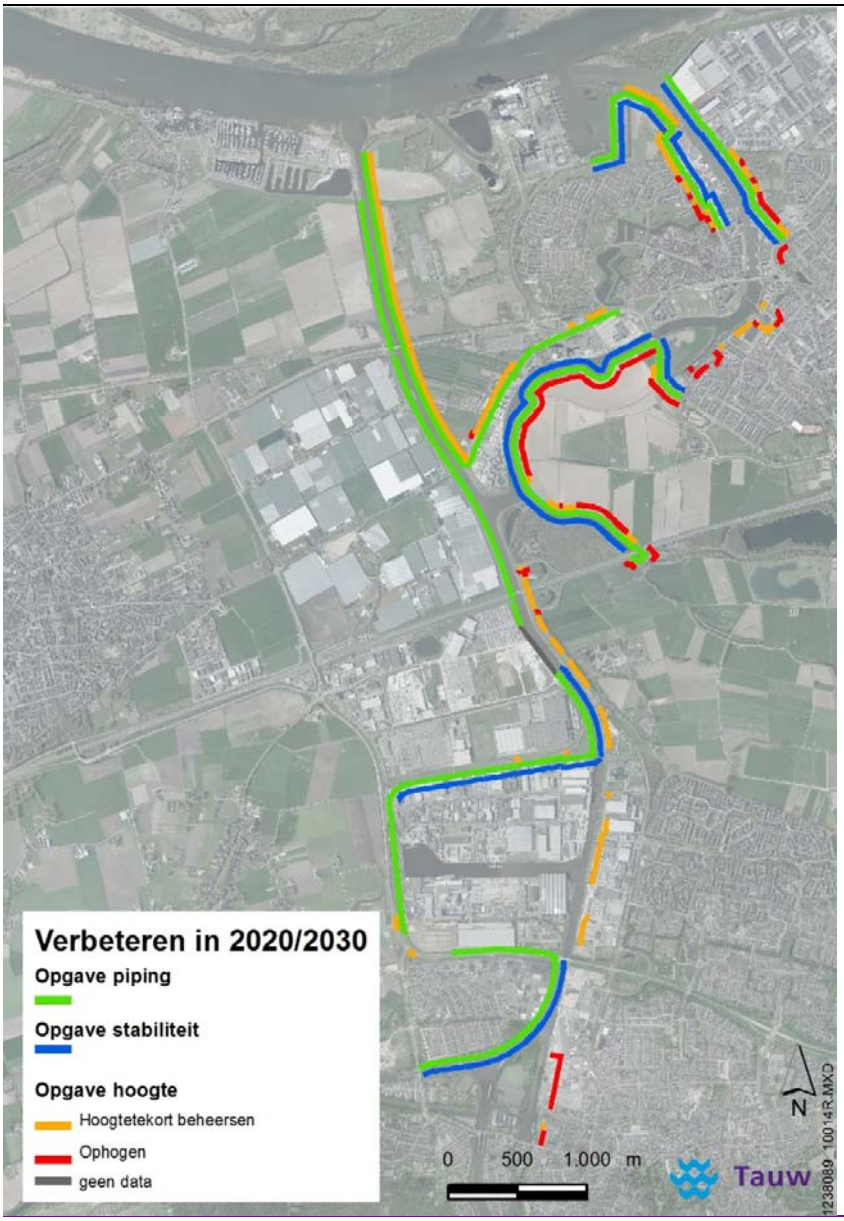
Met het toenemen van de buitenwaterstand zal richting 2070 een hoogtetekort ontstaan wat met een versterking opgelost dient te worden. Naar verwachting zal een groot deel van alle keringen,

op de verholen keringen in Geertruidenberg en Raamsdonkveer na, gedurende de planperiode van 100 jaar versterkt worden. Circa 22 km in 2070 (o.b.v de waterstanden in 2120). Daarbij zullen enkele trajecten tweemaal in de planperiode van 100 jaar versterkt worden.

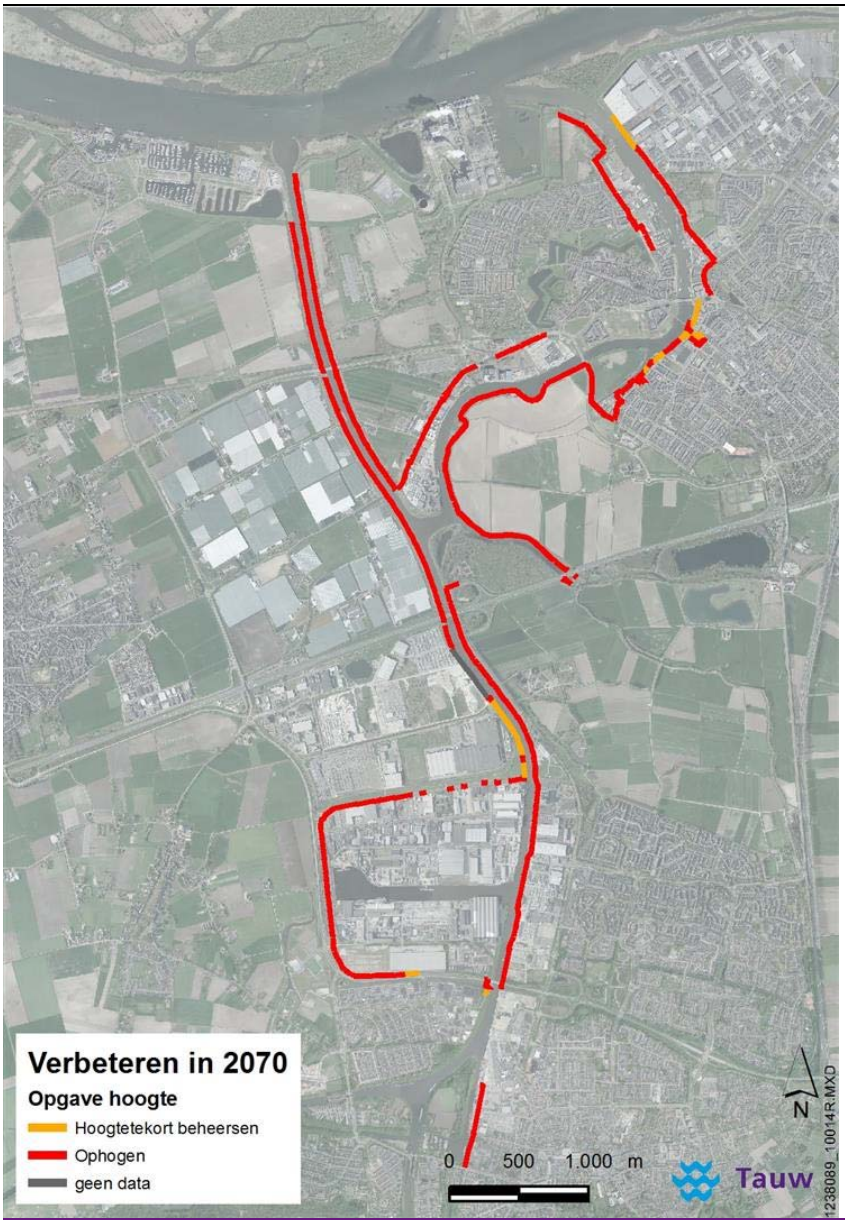
Ook buiten de eerder afgekeurde dijken (LTR3) maar binnen het te beschouwen Donge-Amertak systeem rest een versterkingsopgave. Deze opgave wordt duidelijk met de 1e beoordelingsronde (aanvang 2017). Naar verwachting wordt circa 9,6 km van de 21 km waterkering afgekeurd op piping. Deze 9,6 km kering heeft een relatief laag achterland. Deze opgave is in kilometers gelijk aan de opgave voor alternatief 1 (dynamische keermiddelen). Omwille van kosten en ruimtebeslag wordt voorgesteld een zanddicht geotextiel toe te passen als de benodigde pipingberm langer dan 20 meter is.

Gevolgen voor buitendijkse bedrijventerreinen (Weststad I en II te Oosterhout)
Beide terreinen liggen buitendijks, te weten op NAP+2,5 en NAP+2,8 meter. Op basis van zichtjaar 2020 is de kans van overstromen circa 1/200 per jaar. Zonder ingrijpen neemt de overstromingskans naar zichtjaar 2100 toe tot 1/10 per jaar. Als gevolg van de verwachte toename van de buitenwaterstand zullen de bedrijventerreinen niet alleen frequenter overstromen, maar staat er in dergelijke situaties ook meer water op het terrein (grotere diepte).

Onderstaande figuren geven de opgave weer in 2020/2030 (versterking met zichtjaar 2070) en de opgave in 2070 (versterking met zichtjaar 2120).



Figuur 2.7 Opgave voor 2020 (binnen HWBP opgave van de LTR3 keringen) en verwachte opgave van de overige primaire keringen na de 1e beoordelingsronde



Figuur 2.8 Aanvullende hoogteopgave binnen de planperiode als gevolg van stijging ontwerpwaterstand waarbij een deel reeds eerder is opgehoogd

2.3.3 Doorkijk langjarige versterkingsopgave beide alternatieven

In deze nota dynamische keermiddelen zijn twee alternatieven beschouwd om de waterveiligheid van het Donge-Amertak systeem te verbeteren. Het alternatief met dynamische keermiddelen leidt tot een systeemwijziging met gevolgen in het hele systeem. De waterstanden worden bij extreem hoogwater gemaximeerd en de waterkeringen worden afgewaardeerd tot regionale keringen. Voor een eerlijke vergelijking tussen de alternatieven is daarom het alternatief Versterking primaire dijken ook uitgebreid naar het hele systeem. De opgave is formeel pas inzichtelijk na de aankomende 1e beoordelingsronde (2017-2022). Op basis van een aanvullende veiligheidsanalyse van de overige primaire waterkeringen is deze opgave nu al op hoofdlijnen in beeld gebracht.

Tabel 2.2 Integrale beoordeling techniek

Onderdeel	Alternatief 1 DKM met regionale keringen	Alternatief 2 reguliere dijkversterking
Piping	Uit de analyse blijkt dat dat de opgave voor piping voor beide alternatieven even groot is en gedurende de planperiode van 100 jaar even groot blijft. Ongeacht het aftoppen van de hoogwaterstand. De kwelwegtekorten zijn zodanig groot dat de inzet van een zanddicht geotextiel de enige realistische en meest geschikte oplossing lijkt.	
Hoogte	Door het aftoppen van de hoogwaterstand resteert voor het alternatief met dynamische keermiddelen slechts een zeer beperkte opgave van circa 600 meter.	Wanneer de keringen de primaire status gehouden en de waterstand meestijgt met de klimatologische ontwikkelingen, is de hoogteopgave in 2020 / 2030 met zichtjaar 2070 circa 4,8 km voor het hele systeem. Aanvullend wordt op circa 6 km waterkeringen met beperkt hoogtetekort met beheermaatregelen ingezet op een veilige dijk. Als gevolg van verdere stijging van de buitenwaterstanden is de hoogteopgave voor 2070 met zichtjaar 2120 aanvullend ruim 16 km (zie figuur 2.8) .
Stabiliteitsopgave	Uit de analyse lijkt de opgave voor stabiliteit volledig te verdwijnen als de waterstand wordt gemaximeerd en de keringen een regionale status krijgen.	Wanneer de keringen de primaire status behouden zal op termijn circa 9 km kering versterkt moeten worden. Deze opgave ligt op 400 meter na buiten de HWBP opgave en is inzichtelijk na de 1de beoordelingsronde. Uitvoering maatregelen volgt n.a.v.. WB 1 rond 2030.

Onderdeel	Alternatief 1 DKM met regionale keringen	Alternatief 2 reguliere dijkversterking
Steenbestorting	De steenbestorting langs de Amertak dient in beide alternatieven vernieuwd te worden om de waterkerendheid van de dijken op termijn te kunnen blijven garanderen. Deze maatregelen zijn niet onderscheidend in de keuze en daarom verder niet meegenomen in alternatievenafweging.	
Stabiliteit voorland	De opgave voor de stabiliteit van het voorland is voor beide alternatieven gelijk. De opgave dient nader beschouwd en beoordeeld te worden. Deze maatregelen zijn niet onderscheidend in de keuze en daarom verder niet meegenomen in alternatievenafweging.	
Kwalitatieve ruimtelijke en milieuthema's	De versterkingsopgave is eenduidig doordat de waterstand wordt afgetopt. Eenmalige aanpak per locatie. Geen opgave die grote grondstromen vergen met bijkomende hinder en verstoring. Bedreiging buitendijkse gebieden wordt beperkt door aftoppen hoogwater. Vernauwing vaarwegprofiel ter hoogte van monding Donge	Gefaseerde versterking door toenemende waterstanden, bedreiging van buitendijks gelegen bedrijventerreinen. Aanzienlijke versterkingsopgave met grondverzet. Ongewijzigde doorvaart scheepvaart op Donge en Amertak
Meekoppelkansen	Herstel, verbeteren van recreatieve verbindingen, verbeteren ecologische zone langs oevers, kansen voor buitendijkse bedrijvigheid door inperken waterstandstijding	Herstel, verbeteren van recreatieve verbindingen, verbeteren ecologische zone langs oevers
Onzekerheden en bandbreedte	De pipingopgave is zeer groot en blijft aanwezig. Meer inzicht in de bodemopbouw kan de opgave iets verkleinen indien trajecten niet gevoelig voor piping blijken. Door de aftopping is de hoogteopgave stabiel en zeer beperkt. De regionale status stelt lagere eisen aan de stabiliteit waardoor de keringen net wel voldoen aan de vereisten. De stabiliteitsopgave is sterk afhankelijk van de bodemopbouw. In deze analyse zijn conservatieve aannames gedaan. Nader inzicht in de bodemopbouw geeft hierover uitsluitsel	De pipingopgave is zeer groot en blijft aanwezig. Meer inzicht in de bodemopbouw met 1e beoordelingsronde kan de opgave verkleinen indien trajecten niet gevoelig voor piping blijken. De hoogteopgave is afhankelijk van de klimatologische wijzigingen. De invulling van de maatregel is sterk locatiespecifiek. De opgave kent hiermee een grote bandbreedte De stabiliteitsopgave is sterk afhankelijk van de bodemopbouw en de ontwikkeling in de waterstand. met de 1e beoordelingsronde komt inzicht in de bodemopbouw. Dit geeft duidelijkheid over de definitieve opgave op middellange termijn

Onderdeel	Alternatief 1 DKM met regionale keringen	Alternatief 2 reguliere dijkversterking
	Sluitpeil DKM. Bij een lager sluitpeil worden de buitendijkse bedrijventerrein ontzien. Echter neemt sluitfrequentie en de hinder door stremming van scheepvaart toe.	Inundatie van >3,0m mogelijk met meer milieuschade als gevolg. Onbekend waar nu de risico's liggen.

3 Beoordeling van principe alternatieven 1 en 2

3.1 Beoordelingskader

De principe-oplossingen DKM en reguliere versterking zijn beschouwd op een breed beoordelingskader. Zie hiervoor Figuur 0.1. Daarbij is zowel naar technische-, ruimtelijke- , milieu- als financiële aspecten gekeken. Dit is gebeurd door middel van een kwalitatief spoor (toepassing beoordelingskader en opstelling stakeholders, zie hiervoor deel B) en kwantitatief (kosten/baten) spoor De raming van de investerings- en levensduurkosten is opgenomen in hoofdstuk 9 (deel B). Voor het in beeld brengen en monetariseren van de kosten en baten is een maatschappelijke Kosten en Baten Analyse (MKBA) opgesteld (zie deel C).

Een maatschappelijke kosten-baten analyse is een economische projectbeoordeling die kan dienen als hulpmiddel bij het maken van keuzes tussen projectalternatieven. In een MKBA worden ongelijksoortige effecten van een beleidsmaatregel (bijvoorbeeld financiële kosten en opbrengsten, effecten op natuur, milieu, economie) systematisch in beeld gebracht, gewaardeerd en met elkaar vergeleken. De vergelijking van de diverse effecten wordt gemaakt door ze allemaal zo veel mogelijk onder dezelfde noemer te scharen. Hiertoe worden alle effecten zoveel mogelijk ‘gemonetariseerd’. Dit houdt in dat deze effecten aan de hand van verschillende economische waarderingsmethoden in euro’s worden uitgedrukt

3.2 Resultaten kwalitatief spoor (Ruimtelijke en milieuthema’s)

In deze paragraaf is de beoordeling op de kwalitatieve beoordelingsthema’s samengevat. In deel B is de achtergrond van de analyse terug te vinden. Een groene beoordeling geeft aan dat het betreffende alternatief beter scoort. Een gele beoordeling geeft aan dat beide alternatieven ten opzichte van elkaar niet onderscheidend zijn.

Tabel 3.1 Integrale kwalitatieve beoordeling ruimtelijke en milieuthema’s

Aspect	Criterium	Alternatief 1 DKM	Alternatief 2 Reguliere versterking
Duurzaamheid	Energie en materialen	Minder transport	
	Water		
	Bodem en Ondergrond	Minder grondroering	
	Ecologie en Biodiversiteit	Minder verstoring	
	Ruimtegebruik	Opgave beperkter	

Aspect	Criterium	Alternatief 1 DKM	Alternatief 2 Reguliere versterking
	Welzijn en gezondheid	Kleinere kans op wateroverlast in buitendijks gebied	
	Sociale relevantie	Niet onderscheidend	
	Bereikbaarheid		Alleen bij aanleg krappe keersluis
	Eenduidig in Investeringen		Investeringen in de dijk zijn bedoeld voor de dijk
	Vestigingsklimaat voor de bedrijvigheid	Buitendijks minder belast	
	Vestigingsklimaat voor de bevolking	Buitendijks minder belast	
Robuustheid en uitbreidbaarheid	Mate van kunnen opvangen onzekerheden in hydraulische belastingen	Waterstand aftoppen	
	Mate van kunnen opvangen onzekerheden in sterke van de kering		Kunstwerken en gemaal extra onzekerheid
	Mate van uitbreidbaarheid ontwerp	DKM aanpassen i.p.v. dijk verhogen	
Ruimtelijke kwaliteit	Invloed op de herkenbaarheid en karakteristiek van waterloop, dijken en achterliggend polderland		Minder aantasting huidige systeem
	Invloed op de robuustheid van de landschappelijke structuur	Niet onderscheidend	
	Invloed op de beleefbaarheid van het watersysteem		Minder aantasting huidige systeem
	Invloed op cultuurhistorische waarden in het gebied	Niet onderscheidend	
	Invloed op de toegankelijkheid van het gebied en de recreatieve waarde	Niet onderscheidend	
	Ruimtelijke impact van de meekoppelkansen		

Aspect	Criterium	Alternatief 1 DKM	Alternatief 2 Reguliere versterking
KES en meekoppelkansen	Mate waarin klanteis / meekoppelkans logischerwijs samen met het alternatief opgepakt zou kunnen worden	DKM maakt meer kansen mogelijk	
Uitvoering	Hinder tijdens de aanleg	Kleinere ingreep	
	Hinder tijdens de gebruiksfase		Alleen bij aanleg krappe keersluis
	Schadeverwachting	Kleinere ingreep	
B&O	Aantal kilometer te beheren en te onderhouden waterkering	Niet onderscheidend	
	Periodieke beoordelingsinspanning	Beoordelingsronde primaire kering zwaarder	
	Periodiek onderhoud kunstwerken		B&O inspanning en kosten beperkt door afwezigheid DKM en gemaal
Bodem	Bodemkwaliteit	Kleinere ingreep	
	Grondverzet	Kleinere ingreep	
Water	Beïnvloeding van grondwaterstanden en –stromingen	Kleiner verval	
	Areaal oppervlaktewater wat gedempt wordt.	Dient altijd gecompenseerd te worden	
	Beïnvloeding oppervlaktewatersysteem		Afname berging beneden-rivierengebied
Natuur	Natura 2000-gebieden	Minder effecten in aanleg-fase	
	Nationaal natuurnetwerk (en de Brabantse variant NNB)	Minder effecten in aanleg-fase	
	Beschermde soorten van de Flora- en faunawet	Minder effecten in aanleg-fase	

Aspect	Criterium	Alternatief 1 DKM	Alternatief 2 Reguliere versterking
Archeologie	Verwachtingswaarde	Minder grondroering	
	Bekende archeologische waarden	Minder grondroering	
Kabels en Leidingen	Verwachtte conflicten kabels en leidingen	kleiner kwelweg tekort, geen stabiliteitsprobleem	
Woon-, werk en leefmilieu	Geluid (tijdelijke effecten)	Kleinere ingreep, potentie buitendijkswonen	
	Luchtkwaliteit (tijdelijke effecten)		
Ruimtegebruik	Ruimtegebruik	Biedt meer ruimte aan ontwikkelingen	
Omgeving	Opstelling stakeholders	Biedt meer ruimte aan ontwikkelingen	

Bovenstaande tabel laat zien dat de criteria van de kwalitatieve aspecten in het beoordelingskader voor het grootste gedeelte positiever scoren bij alternatief 1: inzet van dynamische keringen om de versterkingsopgave te beperken. Dit is te verklaren doordat dit alternatief over de gehele planperiode uiteindelijk leidt tot een veel kleinere versterkingsopgave (nauwelijks een hoogteopgave en geen stabiliteitsopgave en de ingreep eenmalig is doordat de waterstanden worden gemaximeerd. De benodigde kunstwerken hebben door de specifieke locatie weinig ruimtelijke effecten. De B&O inspanning voor het waterschap zijn groter bij de DKM. De berging van het beneden-rivierengebied neemt iets af.

3.3 Omgeving en belanghebbenden

De aanleg van dynamische keermiddelen als alternatief voor het versterken van de (primaire) keringen is gedurende de totstandkoming van de Nota Dynamische keermiddelen in de zomer van 2016 besproken en toegelicht bij verschillende overleggen. Zo is er overleg geweest met de Ambtelijke werkgroep bevoegd gezag (AWBG) op 21 juni, met de Bestuurlijke Stuurgroep (BSG) op 30 juni en met twee klankbordgroepen (KBG Donge en KBG Amertak) op 18 en 19 juli.

Daarnaast is tijdens de informatieavond op 28 juni en tijdens individuele gesprekken met belanghebbenden aandacht geweest voor de dynamische keermiddelen.

In veel van deze overleggen bleek dat de eventuele aanleg van Dynamische keermiddelen tot veel vragen leidt. De vragen richten zich vooral op de volgende punten:

- De locatie van de dynamische keermiddelen en de daarmee gepaard gaande (negatieve) effecten op bijvoorbeeld de bedrijfsvoering van beroepsvaart gerelateerde bedrijven. Bijvoorbeeld aan de monding van de Donge en de Amertak
- De verwachte negatieve effecten op de scheepvaart van de dynamische keermiddelen tijdens aanleg en tijdens het sluiten in geval van hoogwater en tijdens testen voor bedrijven in het gehele achterliggende watersysteem
- De effecten van het wel of niet aanleggen van dynamische keermiddelen op toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen of realisatie van meekoppelkansen langs de Donge (bijvoorbeeld Slikpolder) en Amertak
- De effecten van het wel of niet aanleggen van dynamische keermiddelen op de buitendijks gelegen terreinen (onder andere in Oosterhout)
- Het verschil tussen de benodigde werkzaamheden aan de dijken voor beide alternatieven

Deze zorgen en vragen van de omgeving hebben er toe bijgedragen dat de alternatieven in deze nota zo goed mogelijk zijn uitgewerkt en dat bepaalde beoordelingscriteria in de afweging van de twee alternatieven zijn opgenomen en/of nadrukkelijker zijn behandeld op de verschillende aspecten. Bij de milieuthema's is bijvoorbeeld aandacht voor ruimtegebruik, hinder tijdens aanleg, hinder tijdens de gebruiksfase en mate waarin meekoppelkansen gerealiseerd kunnen worden in beide alternatieven. Ook bij de totstandkoming van de MKBA en de daarin te hanteren beoordelingscriteria is met deze aandachtspunten vanuit de omgeving rekening gehouden bijvoorbeeld bij het kosten aspect voor de scheepvaart. Door in de beoordeling van de alternatieven deze aspecten te behandelen worden verschillen duidelijk en wordt bijgedragen aan inzicht voor uit de omgeving gekomen vragen.

In het besluitvormingsproces over de Nota Dynamische keermiddelen zal o.a. op deze punten worden ingegaan zodat ook daar de zorgen en vragen uit de omgeving een rol spelen. Het besluitvormingsproces wordt toegelicht in hoofdstuk 4.

3.4 Resultaten kwantitatief spoor (MKBA)

3.4.1 Maatschappelijke afweging

De resultaten van de MKBA laten zien dat alternatief 2 Dijken het beste scoort op de gemonetariseerde effecten. Dit wordt vooral veroorzaakt door de hogere investeringskosten en beheer- en onderhoudskosten van het alternatief DKM. De uitkomsten van de

gevoeligheidsanalyses bevestigen deze observatie. Wat betreft de niet-gemonetariseerde effecten blijkt dat het alternatief DKM beter scoort.

De algemene conclusie vanuit de MKBA is dat alternatief 2 Reguliere dijkversterking maatschappelijk-economisch gezien het interessantst lijkt om uit te voeren. Hierbij zijn echter enkele kanttekeningen te plaatsen.

- Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de onderliggende kostenraming te maken heeft met onzekerheden als gevolg van de nog plaats te vinden 1e beoordelingsronde en het ontbreken van het bijbehorende geotechnische informatie
- De mogelijke gevolgen en ook het gegeven dat in dit onderzoek alleen rekening is gehouden met een snelle klimaatverandering (Deltascenario's Stoom en Warm) zijn nog niet gekwantificeerd in de Nota en kunnen daarom niet worden meegenomen in de MKBA
- Tot slot wordt opgemerkt dat alternatief 1 ruimte biedt aan gebiedsinitiatieven. Echter omdat deze plannen nog geen formele status hebben, worden de maatschappelijke 'baten' als zodanig niet meegenomen in de MKBA

3.4.2 Rekenresultaten

Onderstaande tabel geeft de resultaten van de MKBA weer. Hierin zijn ook de resultaten van de gefaseerde aanpak, alternatief 3 opgenomen.

Tabel 3.2 Uitkomsten gemonetariseerde effecten inclusief Alt DKM 2030 (NCW 2019, prijspeil 2016, mln. €)

Effecten	Alt. 1 DKM	Alt. 2 Dijken	DKM 2030
Directe effecten			
Investeringskosten	74,6	35,6	53,0
B&O-kosten (levensduurkosten)	10,1	0,0	6,4
Vermeden investeringen	0,0	0,0	0,0
Veiligheidseffecten (kosten overstroming)	2,1	2,3	2,1
Effecten tijdens de aanleg (schade landbouw)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Indirecte effecten			
Bereikbaarheid	0,0	0,0	0,0
Ruimtelijke kwaliteit (planschade)	0,2	2,2	0,2
Totaal kosten	**87,0**	**40,1**	**62,4**

3.4.3 Gevoeligheidsanalyse

Discontovoet

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat een lagere discontovoet leidt tot lagere MKBA-kosten van de beschouwde alternatieven en dat een hogere discontovoet leidt tot hogere MKBA-saldi. Het

effect van verschillende discontovoeten werkt vooral door in de investeringen die het overgrote deel van de kosten uitmaken. Alternatief 2 Reguliere dijkversterking blijft het beste scoren.

Latere start werkzaamheden DKM (2030) - alternatief 3
Deze studie heeft te maken met onzekerheden bij de kostenbepaling. Dit omdat niet volledig duidelijk is wat de opgave na de 1e beoordelingsronde zal zijn en omdat er geen grondonderzoek heeft plaatsgevonden. Deze onzekerheid wordt in de komende 6 jaar opgeheven door de verplichte beoordeling van de overige primaire keringen aan de nieuwe norm, inclusief bijbehorend grondonderzoek. Door een besluit over de DKM uit te stellen tot na de beoordeling wordt deze risicobandbreedte beperkt.

3.5 Advies te volgens stappen

De veiligheidsopgave van de overige primaire waterkeringen is gebaseerd op een beperkte set aan (hoogte) gegevens en enkele aannames ten aanzien van de bodemopbouw. Vervolgens is een onderbouwde inschatting van de kosten gemaakt op basis van kentallen en expert judgement.

De resterende onzekerheid in de voorliggende analyse is in dit stadium niet verder te verkleinen zonder gedetailleerd inzicht in bodemopbouw. Het bemoeilijkt een zuivere afweging van de alternatieven. Het benodigde inzicht hiervoor wordt pas verschaft met de aankomende 1e beoordelingsronde in de periode 2017 – 2022. Na deze beoordelingsronde kan de onzekerheid en bandbreedte van de afweging verder worden weggenomen en verkleint het risico op een maatschappelijk niet-optimaal besluit op systeemniveau.

De onzekerheden die op dit moment de afweging bemoeilijken betreffen:

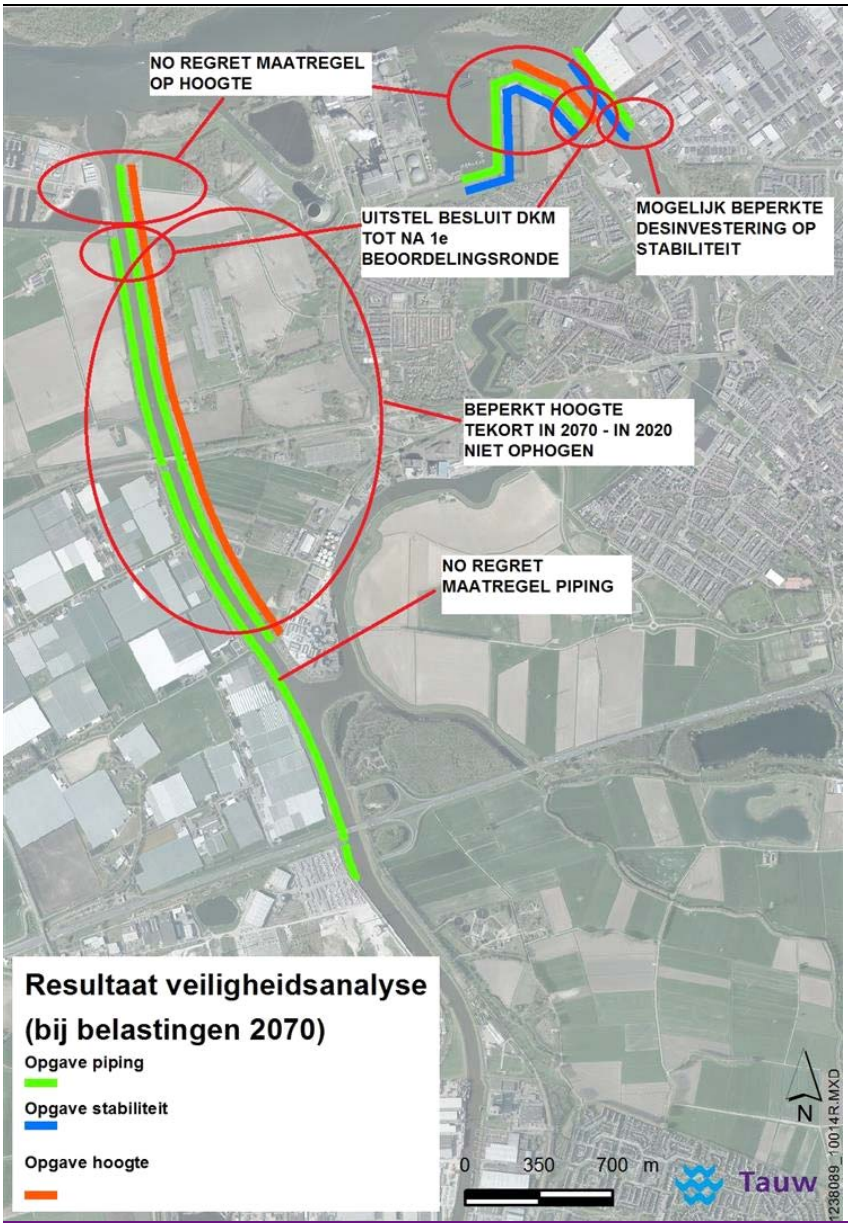
- Onzekerheid in de veiligheidsopgave van de overige primaire keringen. Het niet beschikbaar zijn van voldoende gedetailleerde geotechnische ondergrondgegevens maakt dat de opgave voor stabiliteit zowel in aantal kilometers als in omvang omgeven is met een grote bandbreedte. Met aannames gebaseerd op expert-judgement is de opgave nu in beeld gebracht. De effecten op de omgeving kunnen dus niet exact in beeld gebracht worden
- Onzekerheden in de kosten van maatregelen. De kosten zijn direct gerelateerd aan de opgave (in kilometers) en de omvang / uitvoering van de maatregel. Dit geldt vooral voor de stabiliteitsopgave van de overige primaire keringen en de hoogte opgave in het hele gebied
- Onzekerheid in de financiering. Voor de HWBP opgave is 90% financiering georganiseerd vanuit het HWBP. Op dit moment is nog onduidelijk of deze financieringsafspraak ook geldt voor de waterkeringen die een regionale status krijgen door de aanleg van de DKM. Ofwel; op dit moment vormt de keuze voor afwaardering nog een financieel risico voor de keringbeheerder van de regionale waterkeringen (waterschap Brabantse Delta).

Vast staat dat de voorliggende opgave (LTR 3 keringen) binnen de projectopgave van het HWBP in 2021 verholpen moet zijn. Om deze mijlpaal te halen, kan niet aangesloten worden op het tijdspad van de 1e beoordelingsronde. Ten aanzien van HWBP project Geertruidenberg en Amertak zal immers in het 2e kwartaal van 2017 een Voorkeursalternatief gekozen moeten worden. Ook is onduidelijk of er tijdig uitsluitsel is over de wijze van financiering van de versterkingen van de afgewaardeerde keringen.

Echter omdat de dynamische keringen de versterkingsopgave van de overige primaire keringen waarschijnlijk sterk reduceren is het aantrekkelijk dit alternatief als optie vast te houden totdat de volgende beoordelingsronde voor de overige primaire keringen is doorlopen. Dit kan ook omdat is gebleken dat nu versterken van de LTR3 opgave volgens de primaire normering nauwelijks tot een desinvestering leidt wanneer in een later stadium alsnog tot aanleg van de dynamische keermiddelen wordt besloten. Met onderstaande stappen kan deze optie worden vastgehouden, onder behoud van de waterveiligheid:

- In 2019-2020 versterken van het voorliggende HWBP traject (LTR 3 keringen) volgens de vereisten van de primaire kering
- Na de 1e beoordelingsronde is de veiligheidsopgave van de overige primaire waterkeringen in beeld. Op dat moment kunnen de opgave en de bijkomende investeringskosten worden vastgesteld
- Na de 1e beoordelingsronde (2017 – 2022) is duidelijkheid over de financiering vanuit het HWBP van af te waarderen waterkeringen met resterende versterkingen
- Er volgt een actualisatie van de rentabiliteit van de investering in de dynamische keermiddelen (herijking)
- Besluit nemen rondom de aanleg DKM en eventueel afwaarderen van de keringen:
  - OF Besluit tot niet aanleggen DKM als de investering zich maatschappelijk niet terugvertaalt. Overige primaire keringen worden aangemeld bij het HWBP voor programmering.
  - OF Aanleg keermiddelen (2030) als de voorliggende kwalitatieve argumenten en de geactualiseerde financiële afweging tezamen ten gunste van DKM uitvallen. Dan is er sprake van een zeer beperkte desinvestering (op stabiliteit) omdat de dijken uit het huidige HWBP traject (LTR 3 keringen) al zijn versterkt als zijnde een primaire waterkering. Het betreffende traject had immers ook met een regionale status moeten worden versterkt. Overige, nog niet versterkte keringen worden versterkt op basis van een regionale status (2030)

Deze stapsgewijze aanpak vormt een gedragen middenweg tussen de voorliggende alternatieven 1 en 2. In bijlage 4 is ook dit alternatief met de huidige inzichten ten opzichte van de opgave van de overige primaire keringen op kosten gezet.



Figuur 3.1 Maatregelen in alternatief 3 die op korte termijn uitgewerkt en ingezet worden voor de LTR 3 keringen, vooruitlopend op herijking van de beslissing tot wel/geen aanleg DKM in 2030

4 Besluitvorming en vervolgproces

Deze Nota dynamische keermiddelen is opgesteld in het kader van het HWBP-project ‘Dijkversterking Geertruidenberg-Amertak’. Basis voor dit project vormt de afkeur in een eerdere toetsronde van circa 7,3 kilometer dijk langs de Donge en de Amertak. In de nu lopende verkenningsfase wordt gezocht naar mogelijkheden om de dijken weer aan de vigerende normgeving te laten voldoen. De verkenningsfase wordt afgesloten met de keuze voor een voorkeursalternatief (VKA).

Eén van de alternatieven om de versterkingsopgave in te vullen wordt gevormd door de aanleg van dynamische keermiddelen in de monding van de Donge en de Amertak. Deze mogelijkheid wordt als volwaardig alternatief meegewogen in de keuze voor een voorkeursalternatief voor de dijkversterking.

Met deze nota wordt aan de ambtelijke werkgroep bevoegd gezag (AWBG) en de bestuurlijke stuurgroep (BSG) de benodigde en beschikbare informatie aangereikt om tot een advies aan het dagelijks bestuur van waterschap Brabantse Delta te komen omtrent het alternatief dynamische keermiddelen. Bij de totstandkoming van de nota is gesproken met diverse belanghebbenden en hun input is verwerkt in deze nota (zie alinea 3.3).

Het advies van de BSG (geadviseerd door de AWBG) aan het dagelijks bestuur van waterschap Brabantse Delta zal gaat over de keuze tussen een drietal mogelijkheden. Het dagelijks bestuur van het waterschap zal uiteindelijk een besluit nemen voor één van de volgende alternatieven:

1. Toepassing van dynamische keermiddelen in de monding van de Donge en de Amertak. De achterliggende waterkeringen worden afgewaardeerd en krijgen een regionale status. Het vervolgtraject bestaat uit nadere beschouwing van de toe te passen waterveiligheidsnorm voor het gebied, een studie naar de exacte locatie van de keermiddelen en nadere beoordeling van de versterkingsopgave van de af te waarderen dijken.
2. Geen toepassing van dynamische keermiddelen en inzet op reguliere dijkversterking. In de verkenningsfase wordt verder onderzocht welke versterkingsmogelijkheden er zijn voor de afgekeurde dijkvakken (LTR 3 keringen) waaruit een voorkeursalternatief kan worden gekozen.
3. De keuze voor toepassing van dynamische keermiddelen uit te stellen tot na uitvoering van de 1^{e} beoordelingsronde (betreffende de dijktrajecten langs Donge en Wilhelminakanaal) en; de dijkversterking langs Amertak, Slikpolder en Domboschpolder (afgekeurd in de 3e toetsronde) uit te voeren ZONDER rekening te houden met de eventuele bouw van dynamische keermiddelen.

Na de beoordelingsronde van de overige primaire keringen (uiterlijk gereed in 2022) valt een belangrijk deel van de onzekerheid weg en kan de principekeuze worden herijkt. Indien dan een duidelijke voorkeur ontstaat voor toepassing van de keermiddelen, is de reeds uitgevoerde dijkversterking (2021 gereed) geen weg gegooid geld. Op een beperkte stabiliteitsmaatregel na is de versterkingsopgave binnen het HWBP traject nu namelijk voor beide alternatieven gelijk.

Bij dit besluit wordt in de verkenningsfase verder onderzocht welke versterkingsmogelijkheden er zijn voor de reeds afgekeurde dijkvakken (LTR 3 keringen) waaruit een voorkeursalternatief kan worden gekozen.

Het proces om tot een besluit te komen ziet er als volgt uit:

22 september 2016	Behandeling concept nota dynamische keermiddelen in de AWBG + deadline ontvangen schriftelijke reacties (15-9).
26-30 september 2016	Telefonische consultatie AWBG-leden op basis van verwerking reacties in definitieve nota dynamische keermiddelen en voorbereiding bestuurlijke stuurgroep
Tot 10 oktober 2016	Verwerking reacties in definitieve nota dynamische keermiddelen
10 oktober 2016	Opleveren definitieve nota dynamische keermiddelen
20 oktober 2016	Bestuurlijke stuurgroep ten behoeve van advisering Dagelijks Bestuur
1 of 8 november 2016	Behandeling in Directieteam Brabantse Delta
15 of 29 november	Besluit Dagelijks Bestuur omtrent dynamische keermiddelen

DEEL B

Achterliggende analyse
Dynamische keermiddelen
vs
reguliere dijkversterking

5 Werkwijze en Beoordelingskader

5.1 Beoordelingskader

De principe-oplossingen DKM en Dijken worden beschouwd op een breed beoordelingskader. Daarbij wordt zowel naar technische-, ruimtelijke- , milieu- als financiële aspecten gekeken. Dit gebeurt door middel van een kwalitatief spoor (toepassing beoordelingskader en opstelling stakeholders) en een kwantitatief (kosten/baten) spoor. Voor het in beeld brengen en monetariseren van de kosten en baten is een maatschappelijke Kosten en Baten Analyse (MKBA) opgesteld en onderdeel gemaakt van dit rapport.

Figuur 5.1 Proces van beoordeling en afweging dynamische keermiddelen

5.1.1 Kwalitatieve beoordeling

Beide alternatieven worden beschouwd op een breed kwalitatief beoordelingskader. Daarbij wordt naar technische-, ruimtelijke, omgevings- en milieuaspecten gekeken. Zie hiervoor het voorgaande figuur. Per beoordelingsaspect worden de gevolgen (effecten) van alternatief DKM en alternatief Dijken afzonderlijk beschouwd. Daarna volgt telkens een onderling vergelijk, waarbij wordt aangegeven welk alternatief het meest positief wordt beoordeeld.

Voor het beoordelingskader is in onderstaande tabel per beoordelingsaspect aangegeven naar welke criteria wordt gekeken.

Tabel 5.1 Beoordelingscriteria ruimtelijke en milieuthema's

Aspect	Criterium	Paragraaf
Duurzaamheid	Energie en materialen	8.1
	Water	
	Bodem en Ondergrond	
	Ecologie en Biodiversiteit	
	Ruimtegebruik	
	Ruimtelijke kwaliteit	
	Welzijn en gezondheid	
	Sociale relevantie	
	Bereikbaarheid	
	Investeringen	
	Vestigingsklimaat voor de bedrijvigheid	
	Vestigingsklimaat voor de bevolking	
Robuustheid en uitbreidbaarheid	Mate van kunnen opvangen onzekerheden in hydraulische belastingen	8.2
	Mate van kunnen opvangen onzekerheden in sterke van de kering	
	Mate van uitbreidbaarheid ontwerp	
Ruimtelijke kwaliteit	Invloed op de herkenbaarheid en karakteristiek van waterloop, dijken en achterliggend polderland	8.3
	Invloed op de robuustheid van de landschappelijke structuur	
	Invloed op de beleefbaarheid van het watersysteem	

Aspect	Criterium	Paragraaf
	Invloed op cultuurhistorische waarden in het gebied	
	Invloed op de toegankelijkheid van het gebied en de recreatieve waarde	
	Invloed op de ecologische waarde(n)	
	Ruimtelijke impact van de meekoppelkansen	
KES en meekoppelkansen	Mate waarin klanteis / meekoppelkans logischerwijs samen met het alternatief opgepakt zou kunnen worden	8.4
Uitvoering	Hinder tijdens de aanleg	8.5
	Hinder tijdens de gebruiksfase	
	Schadeverwachting	
B&O	Aantal kilometer de beheren / onderhouden waterkering	8.6
	Periodieke beoordelingsinspanning	
	Periodiek onderhoud kunstwerken	
Milieueffecten		8.7
Bodem en water	Bodemkwaliteit	
	Grondverzet	
	Beïnvloeding van grondwaterstanden en –stromingen	
	Areaal oppervlaktewater wat gedempt wordt.	
	Beïnvloeding oppervlaktewatersysteem	
Natuur	Natura 2000-gebieden	
	Nationaal natuurnetwerk (en de Brabantse variant NNB)	
	Beschermde soorten van de Flora- en faunawet	
Archeologie	Verwachtingswaarde	
	Bekende archeologische waarden	

Aspect	Criterium	Paragraaf
Kabels en Leidingen	Verwachtte conflicten kabels en leidingen	
Woon-, werk en leefmilieu	Geluid	
	Luchtkwaliteit	
Ruimtegebruik	Ruimtegebruik	
Omgeving	Opstelling stakeholders	8.8

5.1.2 Kwantitatieve beoordeling (MKBA)

Naast deze kwalitatieve beschouwingen worden de kosten en baten van de alternatieven DKM en Dijken beschouwd. Dit gebeurt door middel van het beoordelingsaspect ‘Kosten’ en door het opstellen van een MKBA. De kosten worden behandeld in hoofdstuk 9 (deel B). De MKBA komt in deel C, hoofdstuk 10 aan bod.

6 Gebiedsbeschouwing waterveiligheidsopgave

6.1 Waterveiligheidsysteem

6.1.1 Gebiedsomschrijving Donge – Amertak

Het plangebied ligt ten zuiden van de Bergsche Maas in de gemeenten Drimmelen, Oosterhout en Geertruidenberg. De Donge en Amertak liggen daarbij zowel in stedelijk gebied (Geertruidenberg en Oosterhout) en in landelijk gebied met agrarische bedrijvigheid (kassen en landbouw). Langs een groot deel van de Donge en het zuidelijk deel van de Amertak is zowel binnendijkse en als buitendijkse bedrijvigheid.

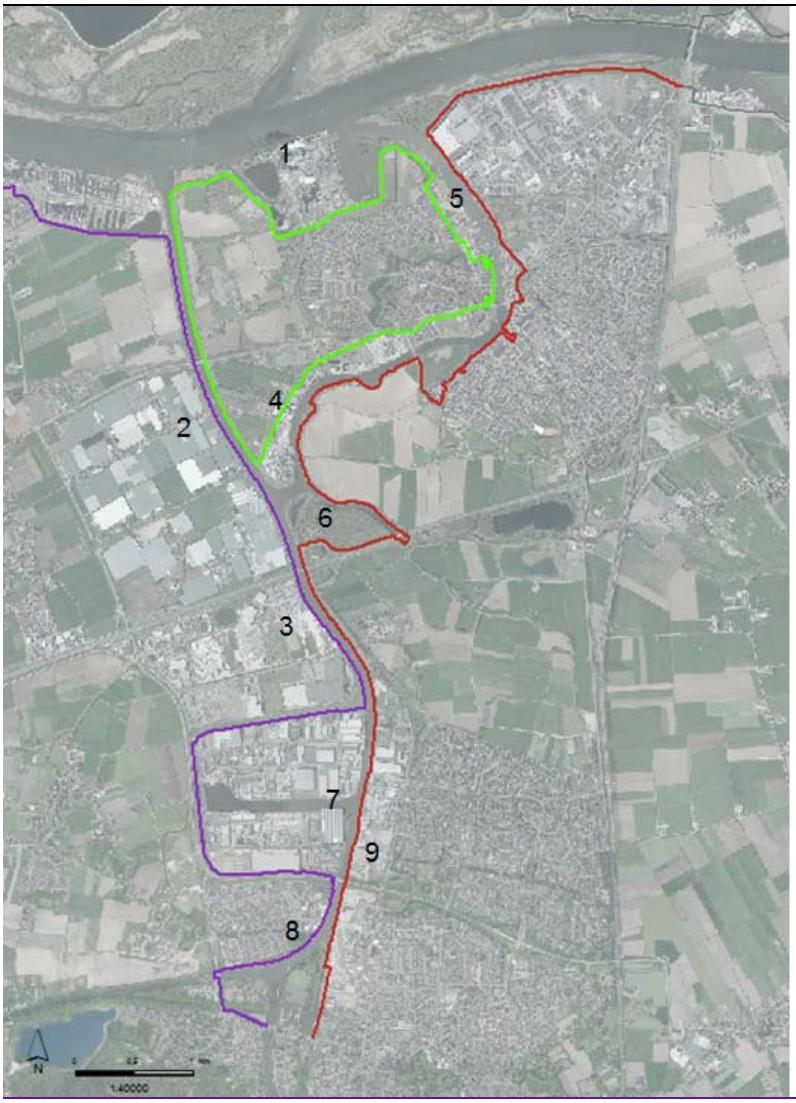
Zowel de huidige projectopgave (de in LTR3 afgekeurde trajecten die nu in het HWBP zijn opgenomen) als naar het gehele systeem inclusief de overige primaire waterkeringen langs de Donge en Amertak (systeem scope) zijn onderwerp van beschouwing. Aan de noordzijde staan de Amertak en de Donge ter hoogte van Geertruidenberg in open verbinding met de Bergsche Maas. Vanuit het zuiden is de Amertak in Oosterhout via Sluis I verbonden met het Wilhelminakanaal en via de Marksluis verbonden met het Markkanaal. Het systeem wordt gedicteerd door de waterstand op Bergsche Maas en de afvoer van het Wilhelminakanaal.

De Amertak kent twee beheerders; onder het niveau NAP +1,90m is Rijkswaterstaat als beheerder verantwoordelijk voor de nautische aspecten en de oeverbekleding. Boven NAP +1,90m is het waterschap Brabantse Delta verantwoordelijk voor de waterkering. De oeverbekleding dient de oever te beschermen tegen erosie door wind- en scheepvaartgolven.

6.1.2 Normering

De waterkeringen langs het systeem behoren tot de dijkringen 34, 34a en 35. Deze kennen elk een vigerende overschrijdingskansnorm van 1/2.000 per jaar (tot 2017). Zie ook Figuur 1.1.

Het is de verwachting dat in 2017 de nieuwe overstromingskansnormen wettelijk van kracht worden. Binnen de nieuwe wet ligt het watersysteem van de Amertak en de Donge in de normtrajecten 34-1, 34a-1 en 35-2. Figuur 6.1 visualiseert dit. Voor deze trajecten is respectievelijk een overstromingskansnorm van 1/300 (signaalwaarde 1/1.000), 1/1.000 (signaalwaarde 1/3.000) en 1/1.000 (signaalwaarde 1/3.000) per jaar afgeleid.



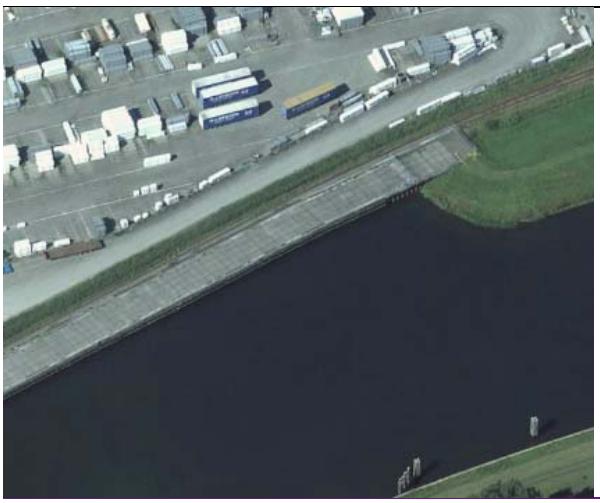
Figuur 6.1 Paars dijkring 34-1, Groen dijkring 34a-1 Rood dijkring en 35-2. Luchtfoto's 1 t/m 9.

6.1.3 Type waterkeringen in het projectgebied

De hierop volgende luchtfoto's geven een beeld van de aard van de waterkeringen in het projectgebied. De foto nummering correspondeert met bovenstaande kaart.

Figuur 6.2 Luchtfoto 1 monding Donge en Amertak, zicht op noordelijke keringen
Foto 2 – Amertak (links: westelijke oever, rechts: oostelijke oever)

Van Geertruidenberg tot het noorden van Oosterhout heeft de kering Amertak, westelijke oever een traditionele vorm over een lengte van circa 3900 meter. Ter plaatse van de betoncentrale bestaat de waterkering uit een kademuur over een lengte van circa 250 meter.



Figuur 6.3 Luchtfoto 3 – Amertak, betoncentrale met kademuur aan westelijke oever Amertak

Geertuidenberg bevindt zich binnen dijkring 34a met aan de noordzijde de Amercentrale (foto 1), aan de westzijde grenst de waterkering direct aan de Amertak. Hier heeft de waterkering een traditionele vorm. De zuidelijke en oostelijke traject van dijkring 34a liggen langs de Donge en kenmerken zich door een traditionele waterkering met veelal bebouwd voorland. Bedrijven, haven en woonfuncties (luchtfoto 4, 5).

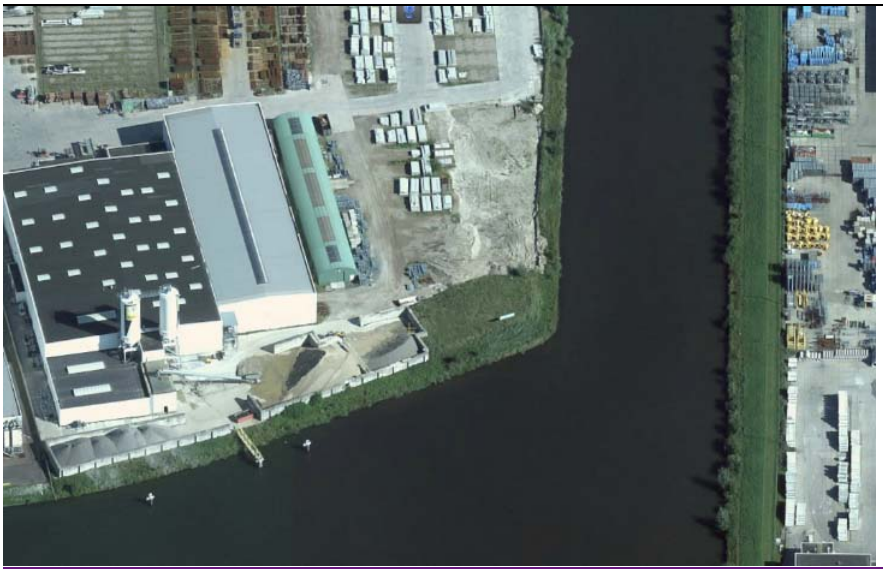
Aan de oostzijde wordt het systeem begrensd door dijkring 35-2. Ten oosten van de Donge ligt Raamsdonksveer. De waterkering bestaat tot het Zuidergat afwisselend uit een groene dijk met en zonder een intensief gebruikt voorland. Vanaf het Zuidergat loopt de waterkering via de A59 tot aan het industrieterrein van Oosterhout.

Figuur 6.4 Foto 4 – Donge (links: noordelijke oever, rechts: zuidelijke oever)
Foto 5 – Donge (links: westelijke oever, rechts: oostelijke oever)

Figuur 6.5 Foto 6 – Donge (richting A59, links: oostelijke oever, rechts: westelijke oever)

De waterkering omsluit het buitendijks gelegen industrieterrein Weststad I en II over een lengte van 3700 meter. De kering takt weer aan op de oevers van de Amertak en sluit na 1400 meter aan op de Marksluis. Het maaiveld van het buitendijkse bedrijventerrein Weststad I (circa 56 hectare) ligt gemiddeld op NAP +2,80m. Het buitendijkse bedrijventerrein Weststad II (circa 85 hectare) heeft een gemiddeld maaiveld op NAP +2,50 m. Er liggen geen hogere (niet

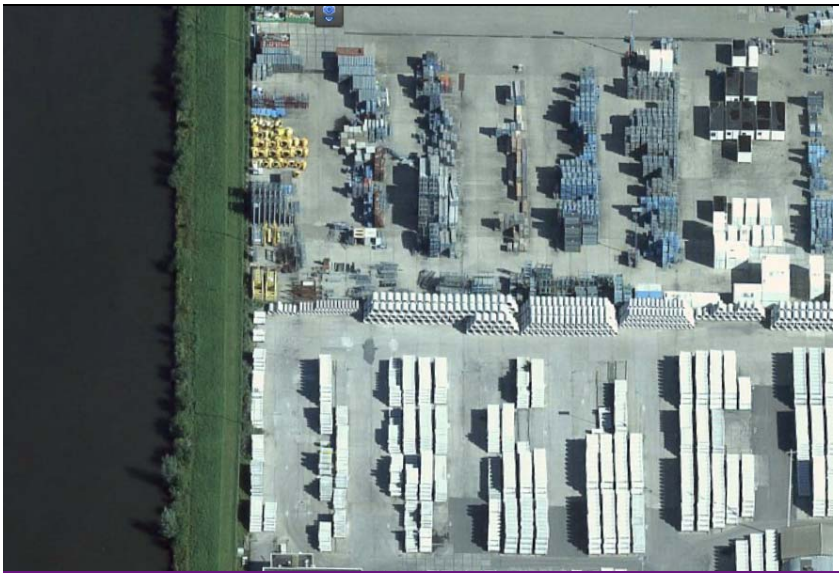
genormeerde) kades om deze gebieden heen. De primaire kering achter het buitendijkse gebied heeft een hoogte van circa NAP +3,6 m.



Figuur 6.6 Foto 7 – Wilheminakanaal, weststad II (links: westelijke oever, rechts: oostelijke oever)

Figuur 6.7 Foto 8 – Wilhelminakanaal, bocht De Wijsterd (links: oostelijke oever, rechts: westelijke oever)

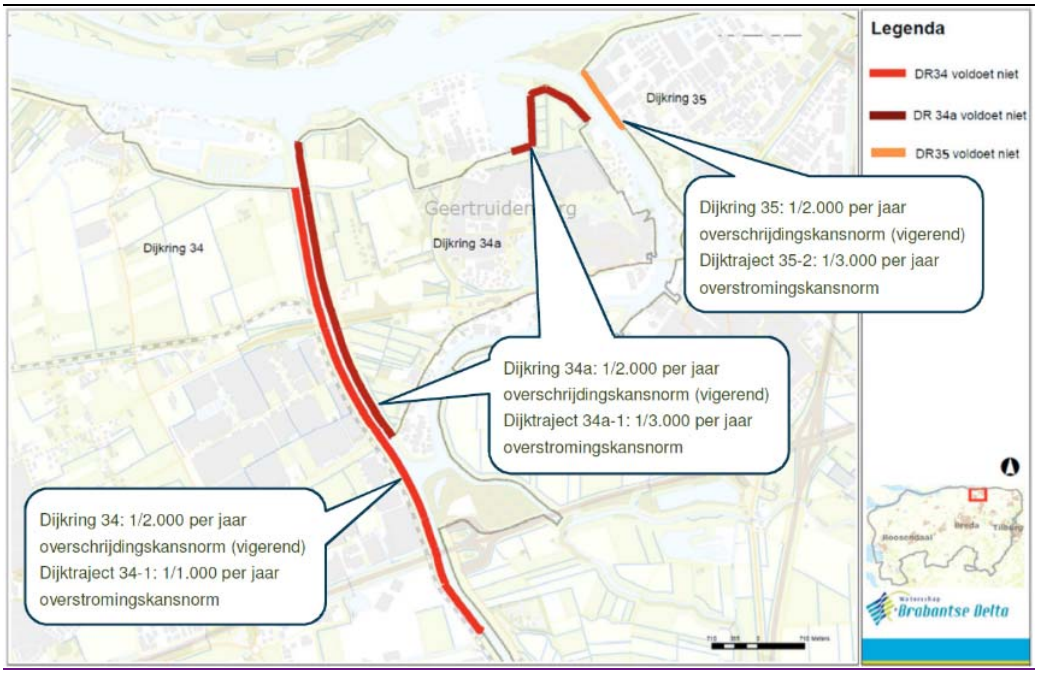
Vanaf Oosterhout heeft de waterkering een relatief steil binnentalud om ruimte te bieden aan achterliggende bedrijvigheid of bestaat het achterland uit opgehoogd bedrijventerrein.



Figuur 6.8 Foto 9 - Oostelijk oever Wilhelminakanaal in Oosterhout met verkort binnentalud

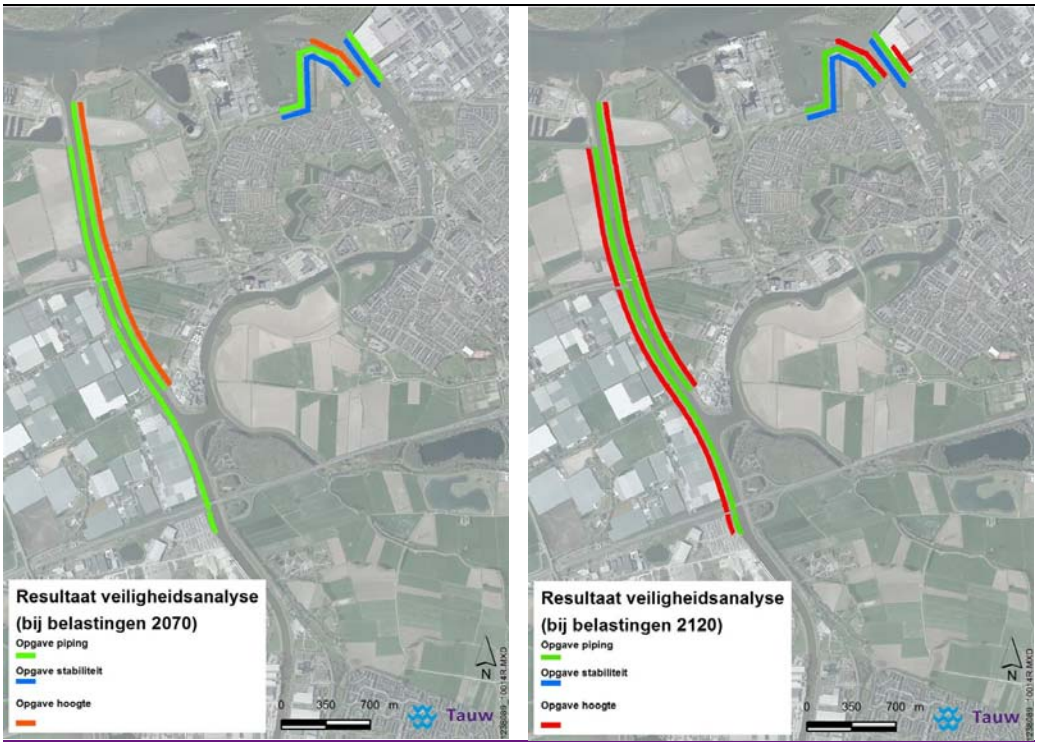
6.2 Versterkingsopgave: Huidig wettelijk kader

In de derde en verlengde derde Landelijke Toetsronde (LTR3) zijn de waterkeringen langs de Amertak en de Donge getoetst. Uit deze toetsing bleek dat delen van de waterkering niet voldoen aan de wettelijk gestelde veiligheidsnorm. Dit betrof een beperkte hoogteopgave, onvoldoende stabiliteit van de bekleding en een klein traject waarop de binnenwaartse stabiliteit onvoldoende was. De bijhorende versterkingsopgave is in het HWBP opgenomen als project Geertruidenberg en Amertak (GeA). Het navolgende figuur geeft de afgekeurde delen van de waterkeringen aan binnen de opgave van het HWBP.



Figuur 6.9 Afgekeurde trajecten LTR3 (2011)

Wanneer de in LTR3 afgekeurde trajecten alleen worden versterkt op de afgekeurde faalmechanismen volgens de inzichten vanuit de derde toetsronde (LTR3), zullen deze na oplevering in de aankomende beoordelingsronde 2017 - 2022 wederom worden afgekeurd. Dit is uiteraard een onwenselijke situatie. De opgave voor de afgekeurde dijken wordt zodoende aangepast aan de nieuwe inzichten uit de Nadere veiligheidsanalyse [11]. Het volgende figuur geeft weer waar langs de Amertak en de Donge welke problemen spelen, uitgaande van enkel de afgekeurde dijkvakken in LTR3 (huidige opgave HWBP).



Figuur 6.10 Geactualiseerde opgave binnen HWBP, op basis van de Nadere veiligheidsanalyse [8] en [11]

6.3 Versterkingsopgave: Doorkijk naar 2120

6.3.1 Ontwikkelingen normering

Vanaf 2017 krijgen de dijken een nieuwe en zwaardere norm. Ook worden de rekenregels voor toetsing en ontwerp van verschillende faalmechanismen strenger. Op basis van deze nieuwe inzichten is in de Veiligheidsanalyse [8] en de Nadere veiligheidsanalyse [11] verkend wat de gevolgen zullen zijn op het toetsresultaat van de reeds afgekeurde trajecten. Uit deze Verkenning en Veiligheidsanalyses blijkt dat de opgave aanzienlijk vergroot en dat het mechanisme piping het dominante faalmechanisme is.

Van Overschrijdingskans naar Overstromingskans

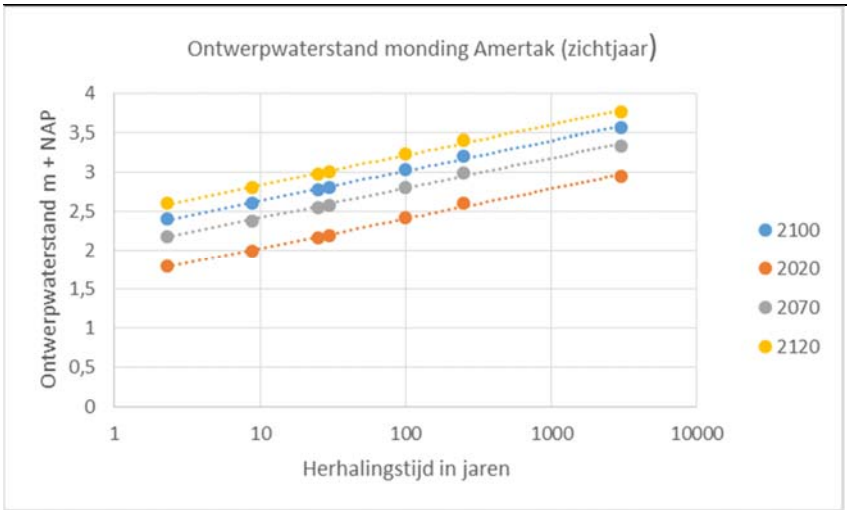
De overschrijdingskans is de kans van optreden van de maximale waterstand die een dijkvak veilig moet kunnen keren. Deze overschrijdingskans is de huidige wettelijk vastgelegde norm. In de wettelijke toetsing wordt beoordeeld of een dijkvak hieraan voldoet. De toetsing kent drie mogelijke uitkomsten: voldoet, voldoet niet en geen oordeel. Als een dijkvak niet voldoet, is versterking noodzakelijk. Dan wordt het betreffende dijkvak vastgelegd in het Hoogwaterbeschermingsprogramma(HWBP).

De overstromingskans geeft de kans op een daadwerkelijke overstroming van een dijkring. Bij de bepaling van de overstromingskans worden de kansen op doorbraken berekend voor alle dijkvakken en voor verschillende manieren waarop een dijk kan bezwijken (faalmechanismen). Hierbij zijn de sterkte-eigenschappen van de dijk en de ondergrond, de belasting door het water en de onzekerheden rond sterkte en belastingen meegenomen. [12]

De overstromingskans-benadering maakt het onder meer mogelijk om overstromingsrisico's te kwantificeren en versterkingsopgaven te prioriteren

6.3.2 Ontwikkeling hydraulische belasting

In het adviesrapport van HKV [9] is voor zichtjaar 2100, Deltascenario Warm en Stoom de relatie tussen de herhalingstijd en waterstand bepaald voor de monding van de Amertak. Gecombineerd met de Nadere veiligheidsanalyse [11] levert dit de onderstaande relatie op. Voor zichtjaar 2070 liggen de waarden circa 20 cm lager dan 2100 en voor 2120 circa 20 cm hoger.



Figuur 6.11 Indicatieve ontwerpwaterstand monding Amertak bij diverse zichtjaren van 2020 tot 2120

6.3.3 Indicatie opgave aan de hand van de veiligheidsanalyse

De nadere veiligheidsanalyse [11] maakt inzichtelijk dat:

- Bij de conservatieve eis van 1 l/s/m (liter/seconde/meter) overslag is er in 2020 geen hoogtetekort binnen de huidige opgave. Binnen de planperiode van 100 jaar is er in 2070 een beperkte opgave voor hoogte. Voor 2120 heeft vrijwel ieder dijkvak een opgave op hoogte
- Alle vakken een aanzienlijk kwelwegtekort hebben ten opzichte van de nieuwe inzichten op het mechanisme piping. Dit geldt al voor 2020 en neemt verder toe richting 2120
- De binnenwaartse stabiliteit van de waterkering langs de Donge is onvoldoende
- Langs de Amertak is de stabiliteit van het voorland onvoldoende
- Microstabiliteit is onvoldoende langs de Amertak
- Over het gehele traject zijn bekleding, grasmat en steenbekleding in slechte staat

Nu duidelijk is dat de opgave door de nieuwe normering en rekenregels in 2017 toeneemt, is de verwachting dat de overige primaire keringen niet door de volgende beoordelingsronde zullen komen. Gezien de opbouw en dimensies van de deze keringen van het Amertak – Donge systeem is het immers waarschijnlijk dat er delen van de waterkering niet aan de nieuwe veiligheidsnorm zullen voldoen. Deze keringen zullen daarmee als opgave uit de 1e beoordelingsronde en / of daarop volgende beoordelingsrondes naar voren komen. Het gaat daarbij om de rood gemarkeerde dijkvakken in onderstaand figuur.

Figuur 6.12 Potentiele restopgave na de volgende of opvolgende beoordelingsrondes

Dit pleit er voor om eerst te verkennen of op **systeemniveau** alternatieve oplossingsprincipes ook tot een veilige waterkering kunnen leiden tegen maatschappelijk lagere kosten. Vanuit het

Deltaprogramma is geopteerd het systeem van de Donge en Amertak door middel van dynamische keermiddelen (DKM) afsluitbaar te maken bij extreem hoge waterstanden. Daarbij krijgen de achter de dynamische keermiddelen gelegen (nu nog primaire) keringen de status van regionale waterkeringen (aanname vanuit de verkenningsfase). Aan regionale waterkeringen worden lagere eisen gesteld.

6.3.4 Indicatie van versterkingsmogelijkheden waterkeringen

Zowel voor de restopgave van de regionale keringen (alternatief 1) als voor de versterkingsopgaven van de primaire kering (alternatief 2) zijn verschillende oplossingsrichtingen toepasbaar voor het oplossen van piping (het kwelweglengtetekort) en eventuele binnenwaartse stabiliteit.

De mogelijke oplossingen zijn onder te verdelen in (binnenwaartse en buitenwaartse maatregelen):

- Beheersmaatregelen (tijdelijke maatregelen)
- Maatregelen in grond
- Constructieve maatregelen
- Innovatieve maatregelen

Voor het faalmechanisme hoogte zijn dit:

- Beheersmaatregelen zandzakken, erosiedoek binnentalud. (Tijdelijk en niet acceptabel)
- Verhogen kruin en/of overslagbestendig maken binnentalud
- Constructie / Wand op kruin

Voor het faalmechanisme piping zijn dit:

- Beheersmaatregelen peilopzet binnendijks of opkisten wellen. (Tijdelijk en niet acceptabel)
- Verleggen / dempen van kwelsloot, ingraven klei in voorland / achterland (verleggen uittredepunt);
- Aanleggen berm (verleggen uittredepunt, toename gewicht en stabiliteit)
- Kwelschermen (wel/niet) met constructieve sterkte (wel niet vervormbaar)
- Verticaal Zanddicht Geotextiel (VZG).

Voor het faalmechanisme binnenwaartse stabiliteit zijn dit:

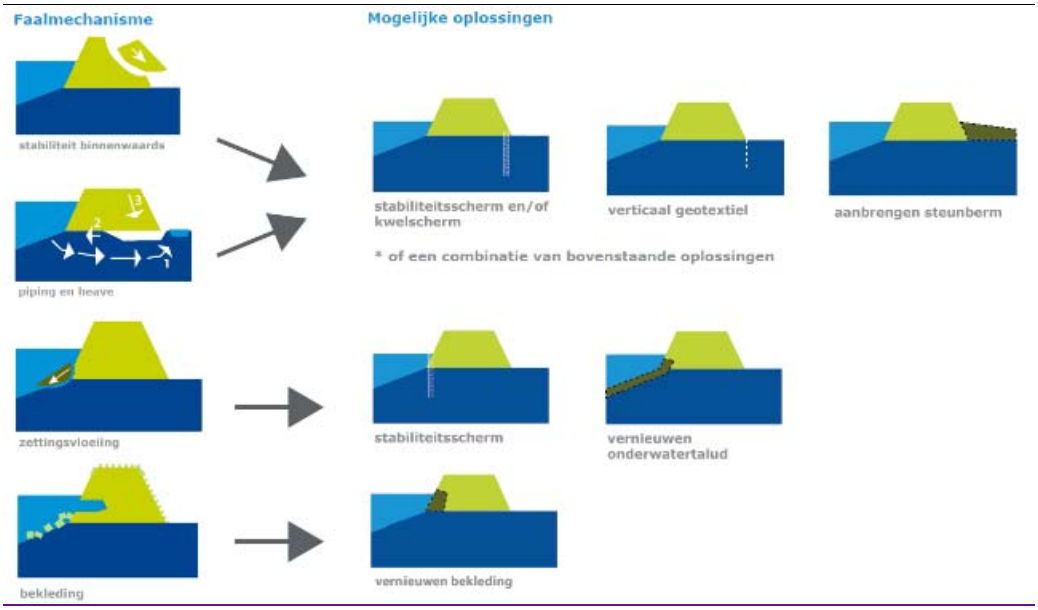
- Beheersmaatregel niet toelaten verkeersbelasting bij hoogwater, verlagen korrelspanning
- Verflauwen binnentalud met grond
- Constructieve oplossingen in combinatie met grond: bijvoorbeeld een stabiliteitsscherm,
- Zelfstandig kerende constructie bij ruimtegebrek

Voor het faalmechanisme voorland zijn dit:

- Buitenwaarts stabiliteitsscherm
- Verflauwen onderwatertalud
- Vernieuwen / fixeren van onderwatertalud

Voor het faalmechanisme microstabiliteit is dit:

- Beheersmaatregel beperken scheepvaart (snelheid). Niet acceptabel
- Vervangen bekleding.



Figuur 6.13 Principe oplossingen voorhet verbeteren van de waterkering per faalmechanisme

7 Beschrijving van de alternatieven

7.1 Focus op het gehele systeem

In de volgende paragrafen wordt deze **systeembeschouwing** uitgewerkt door de twee alternatieven op systeemniveau verder te verkennen:

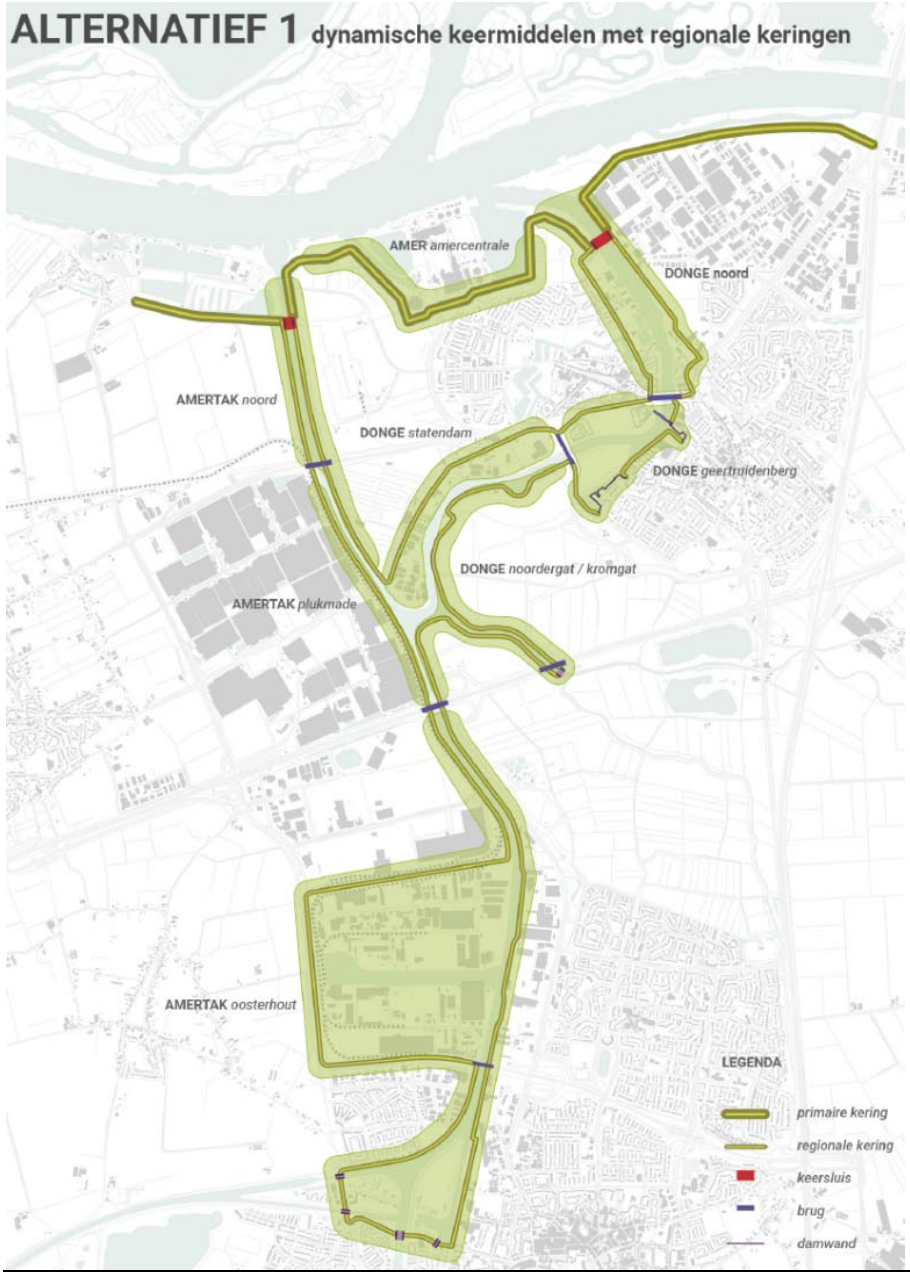
1. De aanleg van dynamische keermiddelen en het afwaarderen van de achterliggende keringen in het systeem van Donge en Amertak, met inschatting van de potentiële restopgave voor deze regionale keringen (nu en in de toekomst).
2. De ‘traditionele’ versterking van de primaire waterkeringen in het systeem van Donge en Amertak, op basis van de huidige opgave (verlengde LTR3 toetsing) en de voorziene toekomstige opgaven.

7.2 Alternatief 1: Dynamische keermiddelen met regionale keringen

7.2.1 Waar gaat het om / wat is het?

De monding van de Amertak en de Donge worden afsluitbaar gemaakt met twee keermiddelen (keersluizen). Alleen bij dreigend extreem hoogwater worden deze gesloten waarmee wordt voorkomen dat hoogwater vanaf de Bergsche Maas zich via de Donge en Amertak verder richting het achterliggende gebied verplaatst. Jaarlijks is de kans circa 1/1000 dat het sluitpeil wordt bereikt en de keermiddelen de watergangen daadwerkelijk moeten afsluiten. Aan het einde van de planperiode is dit 1/100 jaar. In dit scenario blijven de waterkeringen in het achterliggende gebied wel behouden maar worden deze afgewaardeerd naar zogeheten regionale waterkeringen. Deze hoeven immers alleen de afgetopte waterstanden (tot het sluitpeil) te kunnen keren. Bovendien is de hoeveelheid water die bij een eventuele bres (dijkdoorbraak) uit het regionale Donge – Amertak systeem het achterland in kan stromen sterk beperkt door de afsluiting ervan. Ook de gevolgen van een doorbraak worden dus sterk beperkt.

Figuur 7.1 geeft alternatief 1 weer waarbij de keringen ten zuiden van de dynamische keringen een regionale status krijgen.



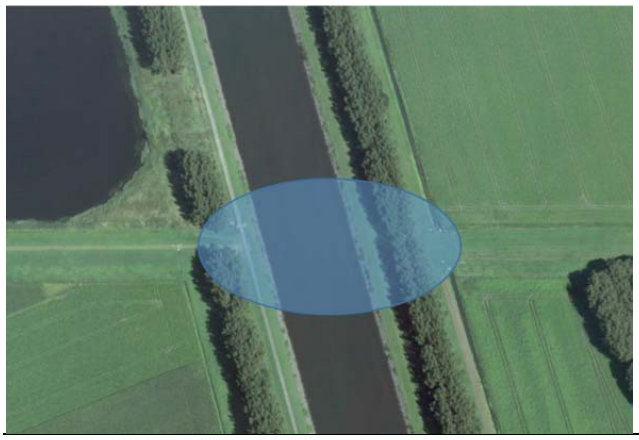
Figuur 7.1: Alternatief 1

7.2.2 Dynamische keermiddelen

De mondingen van de Amertak en de Donge worden onder omstandigheden van dreigend extreem hoog water afgesloten met een keersluis [1] en [4]. In de Amertak wordt in deze studie rekening gehouden met behoud van een brede doorvaartopening (normaalprofiel conform RVW2011) waarbinnen 2 schepen elkaar zouden kunnen passeren. Uit eerdere studie blijkt dat een roldeur hiervoor het meest passende keermiddel is. Onder normale omstandigheden ervaart het scheepsverkeer hiervan geen hinder.

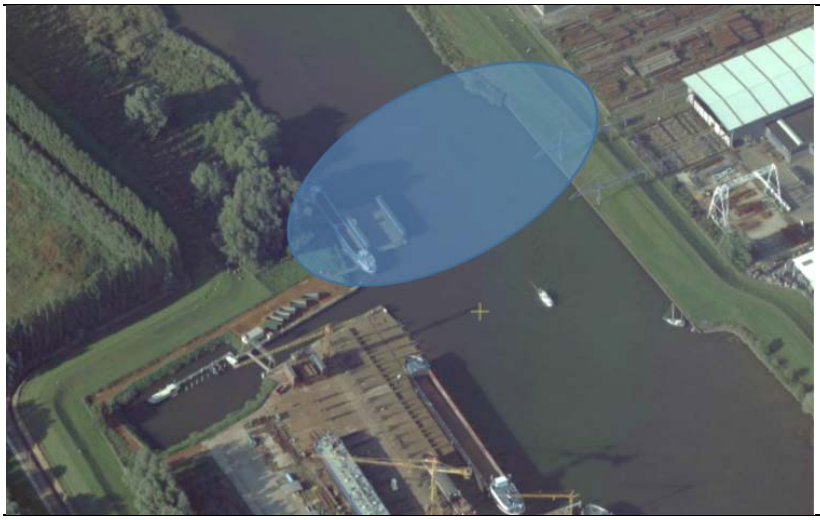
Voor de Donge wordt in deze studie gekozen voor een smallere doorvaartopening (enkelstrooks profiel conform RW2011) waarvoor uit eerdere studie volgt dat een puntdeur het meest geëigende keermiddel is. Dit keermiddel is onder normale omstandigheden eenvoudig passeerbaar voor grote schepen, echter niet passeerbaar voor 2 schepen tegelijkertijd.

Het sluitpeil voor de dynamische keringen bedraagt NAP +3,0 meter. Volgens de waterstandsanalyse van HKV [9] treedt deze waterstand in 2100 circa eens per 100 jaar op. De duur van de afsluiting ligt in de orde van 1 tot 4 etmaal. Figuur 2.1 met ontwerpwaterstanden laat zien dat deze waterstand voor zichtjaar 2020 gemiddeld eens per 1.000 a 3.000 jaar wordt overschreden. Bij deze sluitfrequentie is de benodigde veiligheid met een enkel keermiddel bij zowel de Donge-monding als de Amertak te realiseren. Als het sluitpeil op NAP 3,0 meter gehandhaafd blijft, neemt de sluitfrequentie richting 2100, door stijging van de ontwerpwaterstanden toe tot circa eens per 100 jaar. Na 2100 zal conform de huidige beoordelingsmethodiek op beide locaties een tweede keermiddel noodzakelijk zijn om aan de norm met betrekking tot de betrouwbaarheid van de sluiting te kunnen voldoen[2].



Figuur 7.2 Locatie dynamisch keermiddel in de Amertak

[2] 2100 ligt zodanig ver achterin de planperiode dat de uitbreiding van de keersluizen met een extra keermiddeln buiten beschouwing wordt gehouden. De netto contante waarde van deze investering is zeer klein doordat deze ver in de toekomst ligt.

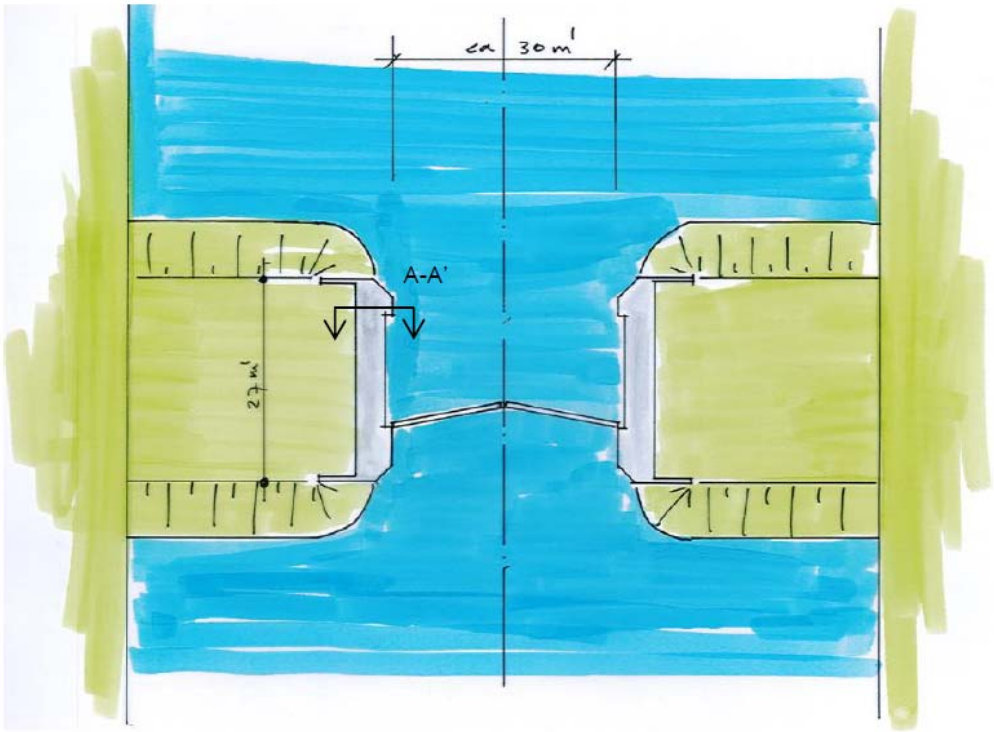


Figuur 7.3 Indicatieve locatie dynamisch keermiddel in de Donge

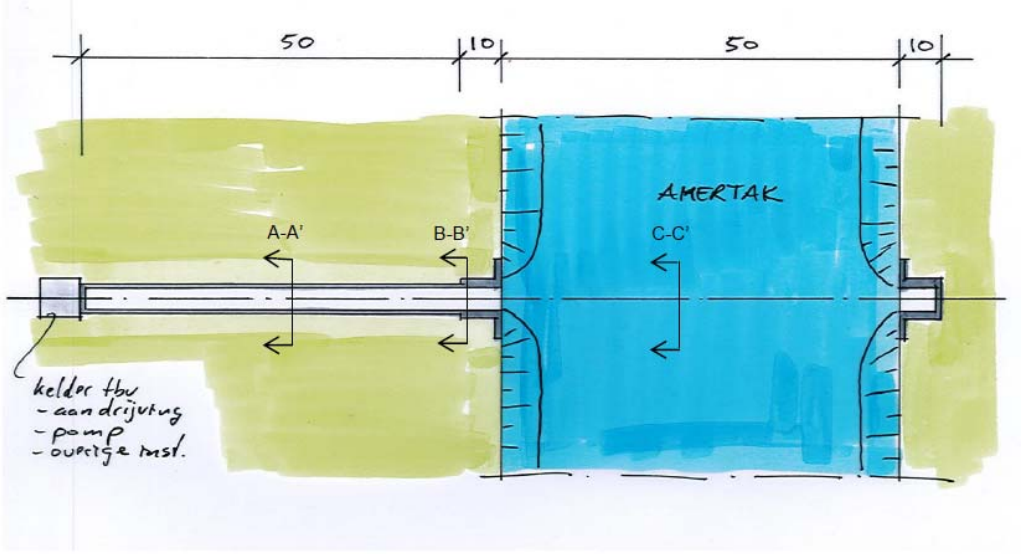
Voor de keersluizen wordt in deze studie rekening gehouden met puntdeuren in de Donge en een enkele roldeur in de Amertak zoals uitgewerkt in de rapportage principeoplossingen en kostenramingen keersluizen Geertruidenberg [4]. De bijhorende indicatieve kosten (1000x euro) voor de planperiode van 100 jaar zijn in de tabel opgenomen voor de situatie met toepassing van puntdeuren (in zowel Donge als Amertak) als voor de situatie met roldeuren (in zowel Donge als Amertak). Zoals hierboven aangegeven wordt in de studie rekening gehouden met toepassing van 2 verschillende principes in de Amer en in de Donge. De kosten in deze studie liggen derhalve tussen beide kostencalculaties in.

Tabel 7.1 SSK-raming keermiddelen [4]

Oplossing	Investeringskosten		Levensduurkosten		LCC	
	Absoluut	NCW	Absoluut	NCW	Absoluut	NCW
Principe oplossing 1. Twee keersluizen met een punt en smal vaarwegprofiel	26.128	25.686	27.819	6.548	53.947	32.234
Principe oplossing 2. Twee keersluizen met een roldeur en normaal vaarwegprofiel	36.572	35.954	36.483	8.675	73.056	44.629



Figuur 7.4 Bovenaanzicht keersluis met puntdeur [4]

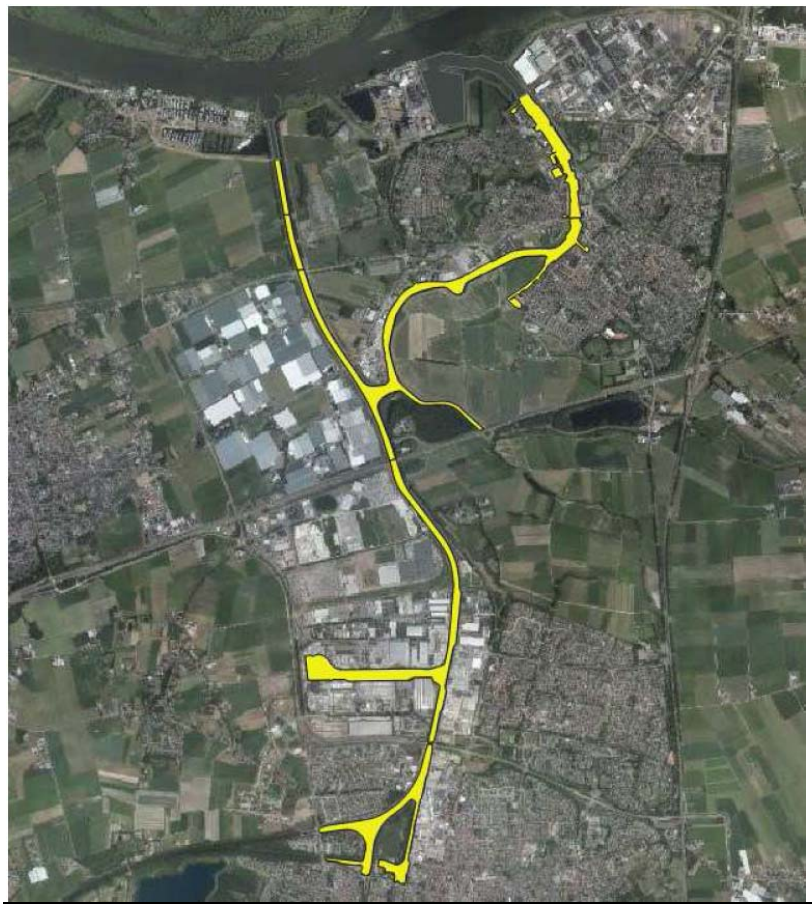


Figuur 7.5 Bovenaanzicht keersluis met roldeur [4]

7.2.3 Gemaal voor borging afvoerfunctie Donge en Amertak

Analyse benodigde afvoercapaciteit

In de situatie dat de keersluizen worden aangelegd is het van belang om te weten wat de effecten van het afsluiten zijn op de waterstanden in de Amertak en de Donge. Deze effecten zijn afhankelijk van het moment van sluiten (het sluitpeil) en de te verwachten hydraulische omstandigheden achter de keringen, zoals de waterstand in de Amertak, Noordergat en de Donge bij het sluitpeil en de afvoer van het Wilhelminakanaal.



Figuur 7.6 Het te bemalen systeem [9]

Binnen de rapportage nadere analyse waterstanden achter de dynamische keermiddelen[9] is onderzocht welke pompcapaciteit benodigd is om het waterpeil achter de kering niet verder dan

het sluitpeil van NAP +3,0 meter te laten stijgen als gevolg van afvoer via het Wilhelminakanaal. Indien wordt uitgegaan van volledige correlatie tussen waterstanden op de Bergsche Maas en afvoer van het Wilhelminakanaal kan grofweg gesteld worden dat de benodigde pompcapaciteit om de waterstand beneden NAP+3,0 m te houden gelijk is aan de maximale afvoer op het Wilhelminakanaal. Bij een gemiddelde sluitfrequentie van 1/100 per jaar (zichtjaar 2100) leidt dit tot een benodigde pompcapaciteit van circa 40 m3/s. Onder aanname van afwezigheid van correlatie tussen buitenwaterstand en afvoer van het Wilhelminakanaal is benodigde pompcapaciteit eveneens grofweg gelijk aan de piekafvoer van 40 m3/s van het kanaal. Met deze capaciteit is een streefpeil te garanderen voor de planperiode van 100 jaar.

Voor de doorliggende systeem vergelijking wordt daarom het uitgangspunt gehanteerd dat er 40 m3/s aan maalcapaciteit opgesteld dient te worden in de situatie dat er dynamische keermiddelen worden gerealiseerd. De opvoerhoogte dient minimaal 1,0 meter te bedragen.

Uitgangspunten gemaal (Geertruidenberg)
Voor deze studie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd voor bepaling van de omvang en kosten van het gemaal:

- Capaciteit : 40 m^3/sec
- Peil Amer tijdens sluiten kering : NAP +3,00 m
- Gelijktijdig peil Bergsche Maas (max) : NAP +4,00 m (1 x 100 jr)
- Statische opvoerhoogte : 1 mWk
- Draaiuren : 2 x per jaar 0,5 dag (testen / proefdraaien)
- Locatie : Donge- of Amertakmonding ter hoogte van DKM

De gebruiksfrequentie voor het gebruiksdoel van het gemaal ligt aanmerkelijk lager. Deze is grofweg 1:2.000 jaar in het jaar 2020, respectievelijk 1:100 jaar in 2120. Om de technische installaties gangbaar te houden en om deze te testen voor als het er echt op aan komt, moet ervan uitgegaan worden dat het gemaal minimaal 2 keer per jaar moet proefdraaien.

De ontwerpcapaciteit van 40 m3/s is gebaseerd op een aangenomen klimaatscenario. Gezien de onzekerheid daarin kan nog gekozen worden voor een capaciteit van 45 of 50 m^3/s. De kosten-consequenties voor laatstgenoemde zullen als meerkosten worden vermeld, waarbij 40 m^3/s als basis wordt aangehouden.

Algemene beschrijving gemaal
Een gemaal van de orde grootte van het nieuw te bouwen gemaal in de Donge- of Amertakmonding ter hoogte van de dKM heeft een omvang die vergelijkbaar is met het nu in aanbouw zijnde gemaal Schardam (33 m^3/sec) van Hoogheemraadschap van Hollands

Noorderkwartier. Gemaal Schardam beschikt over 4 stuks horizontale onderwaterpompen, en heeft een lage bouwvorm om het aanzicht van de kering niet te verstoren, zie Figuur 7.7.

Figuur 7.7 Voorbeeld gemaal Schardam, capaciteit 33 m^3/sec (foto-impressie)

Een ander voorbeeld is gemaal Duurswold (daterend uit 1933, bij de renovatie in 1995 voorzien van nieuwe pompen) met een capaciteit van 32,5 m^3/s, zie Figuur.7.8 en Figuur 7.9

Figuur.7.8 Kattenrugpompen gemaal Duurswold

Figuur 7.9 Aanzicht gemaal Duurswold

Energievoorziening

Voor de energievoorziening zijn er grofweg de volgende opties die het meest haalbaar zijn:

1. Vaste elektrische aansluiting (≈ 2.000 kVA)
2. Mobiele energievoorziening (dieselaggregaten)

Ad 1:

In de omgeving van Geertruidenberg ligt de Amercentrale, beheerd door de Stedin. Dit biedt de volgende voordelen voor een energie-aansluiting van het gemaal:

- Een sterk en betrouwbaar elektriciteitsnet
- Relatief lage aansluitkosten door de nabijheid van een sterk net

Ad 2:

Om de aansluitkosten en vastrechtkosten van een vaste energievoorziening te voorkomen kan als alternatief voor een vaste aansluiting ook gekozen voor mobiele energievoorziening, te weten:

a. Dieselaggregaten in eigen beheer
b. Dieselaggregaten huren bij voorziene hoogwaterproblemen

Ad 2a:

Dieselaggregaten in eigen beheer geeft het voordeel dat deze op ieder moment beschikbaar zijn (onafhankelijkheid in noodsituaties). Deze optie is echter altijd duurder dan een vaste energie-aansluiting. Dit volgt uit een combinatie van aanschafkosten en beheer- en onderhoudskosten.

Figuur 7.10 Indicatie van opstelling dieselaggregaten bij gemaal Katwijk (94 m^3/s)

Bij gemaal Katwijk (zie figuur 7.10) kan 60 % van de bemalingscapaciteit worden opgevangen met de noodstroomvoorziening.

Ad b: Goedkopere optie dan aggregaten in eigen beheer is de huur van dieselaggregaten. Deze heeft echter als nadeel een onzekere beschikbaarheid. Daar komt bij dat bij hoog water de beschikbaarheid laag zal zijn doordat dan op meer locaties behoefte zal zijn aan tijdelijke energieopwekking.

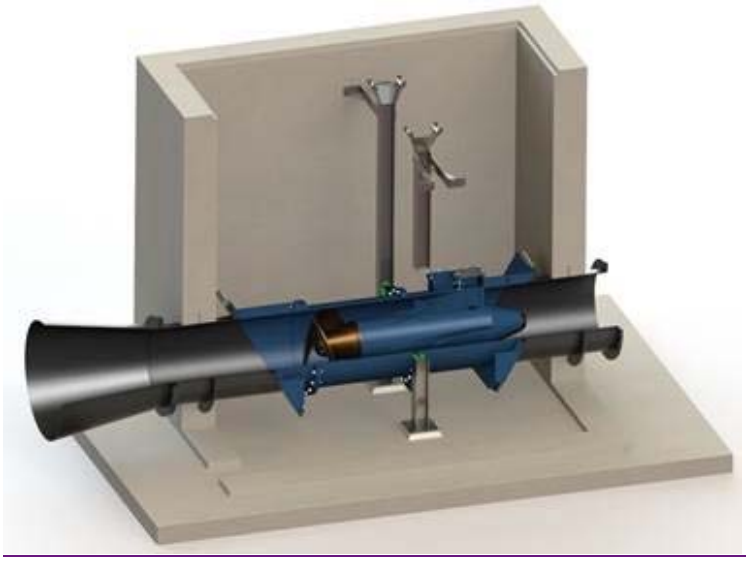
Vooralsnog zien wij een optie 1 (een vaste elektrische aansluiting) als meest betrouwbare met de laagste kosten. Deze is dan ook opgenomen in het kostenoverzicht.[3]

Pompconfiguratie

Op basis van ervaring komen wij tot twee mogelijke pompconfiguraties:

1. Schroefpompen met onderwatermotor, uithijsbaar (figuur 7.11)
2. Schroefpompen in kattenrugopstelling, droge, vaste opstelling (figuur.7.8)

[3] Aandachtspunt is de houdbaarheid van kolencentrales in Nederland



Figuur 7.11 Horizontale pompopstelling met onderwatermotor

Een belangrijk voordeel van een uithijsbare constructie (met onderwatermotor) is dat de pompdelen het grootste deel van de tijd droog kunnen blijven, waardoor corrosie minder vat heeft op de stalen constructie. Daar staat tegenover dat met een installatie met een droge opstelling hogere rendementen haalbaar zijn. Gezien de korte bedrijfstijden lijkt dit laatste vooralsnog geen doorslaggevend voordeel.

Beheeraspecten

Voor het beheer van een gemaal van deze omvang dienen zich de volgende mogelijkheden aan:

- Beheer met eigen personeel en middelen
- Beheer uitbesteden

De keuze voor de uitvoering van het beheer is afhankelijk van de beschikbaarheid van technisch personeel, zoals een installatieverantwoordelijke. Bij deze afweging is het belangrijk om te weten dat er geen specialistische kennis voor de bediening nodig is, anders dan bij andere gemalen van het waterschap (denk aan gemalen als Keizersveer). Bij keuze voor uithijsbare units is het wel zaak dat er voldoende extra personeel beschikbaar gemaakt kan worden. Waterschap Brabantse Delta zal zelf deze afweging moeten maken.

7.2.4 Gevolgen: Waterkeringen

Alle primaire dijken ten zuiden van de dynamische keermiddelen worden beïnvloed. door deze dynamische keermiddelen. Dit betreft circa 30 km keringen. Deze krijgen een regionale status. Voor de toekomstige beoordelingen is en blijft het maximale peil NAP +3,0m. Hierdoor blijft, ook bij een lagere norm die in 2017 wordt vastgesteld, het veiligheidsniveau gelijk. Met pompen wordt dit niveau gehandhaafd. Voor de regionale keringen kunnen zodoende lagere belastingen en voor het mechanisme stabiliteit onder meer minder strenge veiligheids- en schematisatiefactoren worden gehanteerd.

De huidige versterkingsopgave op grond van de laatste toetsing (LTR3) neemt bij de afwaardering af maar verdwijnt niet. Zo verdwijnt naar alle waarschijnlijkheid het hoogtetekort volledig, hetgeen zonder afwaardering naar regionale keringen zeker een rol gaat spelen na 2050. Piping blijft echter een opgave. De eventuele versterkingsopgave van de overige primaire waterkeringen zullen afnemen. Verder wordt de invloed van (zich wijzigende inzichten in) klimaatwijzigingen (hogere afvoeren en hogere zeespiegel) letterlijk buiten de deur gehouden. Toekomstige aanpassingen benodigd om mee te groeien met deze waterstandstoename worden met dit alternatief weggenomen.

Het maximale waterpeil achter de dynamische keermiddelen wordt conform de rapportage van HKV [9] op NAP +3,0m gehouden. Bij dit waterpeil hoort een gemiddelde terugkeertijd van 100 jaar van het buitenwater (met zichtjaar 2100 [9]). Dit betekent dat het systeem slechts zeer sporadisch wordt beïnvloedt door de aanwezigheid van de keermiddelen. Naar 2100 toe zal door klimaatswijziging steeds vaker een beroep gedaan worden op de keermiddelen om de waterstand te beperken tot NAP +3,0 m. Figuur 2.1 met de ontwerppeilen laat zien dat de sluitfrequentie voor NAP +3,0 m voor zichtjaar 2120 op circa 1/30 jaar ligt.

Resterende opgave voor piping

In de Nadere veiligheidsanalyse [11] is de piping opgave binnen de opgave van het HWBP berekend voor zichtjaar 2020 op basis van de nieuwe normen. De bijhorende maatgevende hoogwaterstand (MHW) betreft waardes rond NAP 3,00 m; vergelijkbaar met het streefpeil met dynamische keringen. Het traject binnen de huidige opgave is voor zichtjaar 2020 volledig afgekeurd op piping. Deze opgave blijft staan als de keringen worden afgewaardeerd. Echter door het aftoppen is deze opgave eenmalig voor de planperiode van 100 jaar. Naar verwachting zal een deel van de afgewaardeerde waterkeringen ook een restopgave kennen voor piping.

Deze rest opgave is een combinatie van verval en kwelweglengte. Door voor enkele kenmerkende dijksecties het verval en de aanwezige kwelweg te analyseren, is een eerste orde benadering voor het mechanisme piping gemaakt (op basis van Sellmeijer).

Onderstaande kaart toont het maaiveld achterland > NAP 2,0. Het laat zien dat de keringen binnen de huidige opgave een achterland hebben lager dan NAP 2,0 meter (veelal rond NAP 0,5 m). De overige primaire keringen hebben voor een groot deel een hoger achterland (groen). Het verval is op deze trajecten maximaal 1,0 meter (maximaal waterpeil NAP 3,0 meter) waarmee de opgave voor piping veel kleiner is. Voor grote delen is er zelfs geen opgave. Daar komt bij dat bij de lagere veiligheidsnorm van de regionale kering, lagere veiligheidsfactoren toegekend kunnen worden. Op basis van de Actuele Hoogtekaart Nederland (AHN) is beschouwd welke trajecten een relatief hoog achterland hebben wat ze minder gevoelig maakt voor piping.

Figuur 7.12 Achterland > NAP 2,0

Figuur 7.13 Indatie van pipingopgave voor zowel de regionale als primaire status

Resterende opgave op hoogte

Uit de nadere veiligheidsanalyse [11] blijkt dat alle waterkeringen binnen de LTR3 opgave voldoen aan de benodigde kruinhoogte bij zichtjaar 2020. Wanneer de dynamische het Amertak – Donge systeem afsluiten, wordt de waterstand gemaximeerd op NAP +3,0 m. Dit is nagenoeg dezelfde waterstand als gehanteerd in de hoogtetoets bij zichtjaar 2020 waarin alle keringen goed zijn gekeurd. De overige primaire waterkeringen hebben allen voldoende hoogte >NAP+3,6 meter om het streefpeil van NAP +3,0m te kunnen keren. Door korte strijklengtes en de aanwezigheid

van veel voorland zijn de golfbelastingen bovendien kleiner dan ten noorden van de A59. Er resteert na afwaardering hoogst waarschijnlijk geen hoogte opgave binnen de 100 jaar planperiode.

Resterende opgave voor stabiliteit

Door het aftoppen van de waterstanden is de stabiliteitsopgave te vergelijken met de 2020 situatie zoals deze in de nadere veiligheidsanalyse [11] is beschreven. Door het afwaarderen van de kering tot regionale kering mag beoordeeld worden met minder strenge veiligheidsfactoren. In de nadere veiligheidsanalyse [11] is aangetoond dat de nieuwe opgave binnen de HWBP opgave zich beperkt tot de keringen rond de Donge monding. Deze opgave zal blijven bestaan omdat deze keringen zich ten noorden de dynamische keermiddelen bevinden en dus hun primaire status behouden. In de aankomende beoordelingsronde kan met de dan beschikbare gegevens inzichtelijk gemaakt worden of een afwaardering van de primaire keringen de opgave voor stabiliteit kan wegnemen.

Resterende opgave bekleding

De in de huidige projectopgave tekortkoming aan de steenbekleding dient te worden uitgevoerd ongeacht welke oplossing wordt gekozen. Hierin is namelijk de belasting door scheepvaart bepalend. Dit betekent dat de steenbekleding langs de Amertak, ook bij het realiseren van dynamische keermiddelen, vervangen dient te worden.

7.2.5 Gevolgen: Buitendijkse terreinen

Bedrijventerreinen Weststad I en II

Beide terreinen liggen onder het streefpeil van NAP 3,0 meter. Te weten op NAP 2,5 en 2,8 meter. Figuur 2.1 en figuur 6.11 laat zien dat op basis van zichtjaar 2020 de kans van overstromen circa 1/200 per jaar is. Echter op basis van zichtjaar 2100 is deze kans toegenomen tot 1/10 per jaar. Door de Donge en Amertak af te sluiten en bemaling toe te passen ontstaat de mogelijkheid om deze buitendijkse terreinen droog te houden dan wel de inundatie te beperken tot enkele decimeters. Met een gewijzigd sluitregime en lager streefpeil kunnen deze terreinen zonder fysieke aanpassing droog blijven. Dit vraagt echter wel om een aanzienlijke extra investering als gevolg van de noodzaak van aanleg van een dubbel keermiddel in zowel de Amertak als in de Donge. Figuur 6.11 laat zien dat voor zichtjaar 2020 de terugkeertijd van de waterstand NAP +2,5 meter circa 100 jaar is. Naar mate de waterstanden door klimaatwijzigingen stijgen, zal de herhalingstijd van de sluitingen afnemen tot circa 30 jaar in 2070, 15 jaar in 2100 en in 2120 circa 3 jaar.

Onderstaande tabel toont de verwachte inundatiediepte bij een 1/3000 hoogwater voor enkele zichtjaren.

Tabel 7.2 Inundatiediepte Weststad I en II

Overstromingsdiepte Weststad I en II met een kans van 1/3000 per jaar voor diverse zichtjaren						
	Inundatie zonder keermiddelen			Inundatie met keermiddelen		
	Waterstanden	Weststad I	Weststad II	Waterstanden	Weststad I	Weststad II
Jaar	m tov NAP	(m)	(m)	m tov NAP	(m)	(m)
2020	2,95	0,45	0,15	2,95	0,45	0,15
2070	3,34	0,84	0,54	3,00	0,50	0,20
2100	3,56	1,06	0,76	3,00	0,50	0,20
2120	3,76	1,26	0,96	3,00	0,50	0,20

7.2.6 Resumé

Met twee keersluizen worden de Donge en Amertak afgesloten. Een normaal vaarwegprofiel wordt gehanteerd in de Amertak waarbij een roldeur het meest passende keermiddel is. Voor de Dongemonding wordt in deze studie uitgegaan van een smal profiel waarbij puntdeuren het meest passende keermiddel is. Onder normale omstandigheden ervaart het scheepsverkeer geen hinder. Naar verwachting vindt er 1 a 2 maal per jaar een kortstondige geplande proefsluiting plaats en is er een kans van 1/100 per jaar dat de keringen een langere periode ingezet moeten worden.

Er dient 40 m3/s aan pompcapaciteit opgesteld te worden om bij gesloten keersluizen de waterstand op het peil van NAP +3,0 meter te handhaven.

Door de afsluiting hoeft geen rekening gehouden te worden met een verdere toekomstige stijgingen van de waterstanden als gevolg van klimaatwijzigingen. Er is geen hoogteopgave meer binnen het regionale systeem. Eenmaal versterkte trajecten hoeven binnen de planperiode niet meer versterkt te worden.

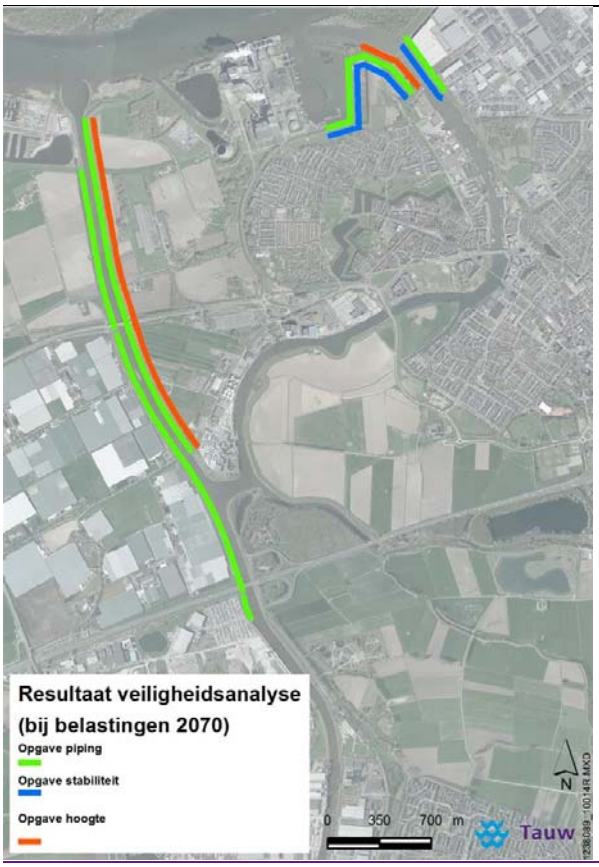
Van de circa 30 km kering langs de Amertak en de Donge heeft ruim 10 km achterland dat ten minste op NAP +2,0 meter ligt. Doordat de waterstand wordt gemaximeerd is er op het merendeel van deze trajecten naar verwachting geen opgave voor piping en stabiliteit binnenwaarts. Circa 18km houdt, ook bij het aftoppen van de waterstanden, een opgave voor piping.

Door het aftoppen van het waterpeil wordt voorkomen dat de buitendijkse bedrijventerrein in Oosterhout meer dan 0,2 respectievelijk 0,5 meter inundatie te voorduren krijgt. Dit kan het verschil betekenen dus beheersbare overlast en ontwrichting van de bedrijfsvoering.

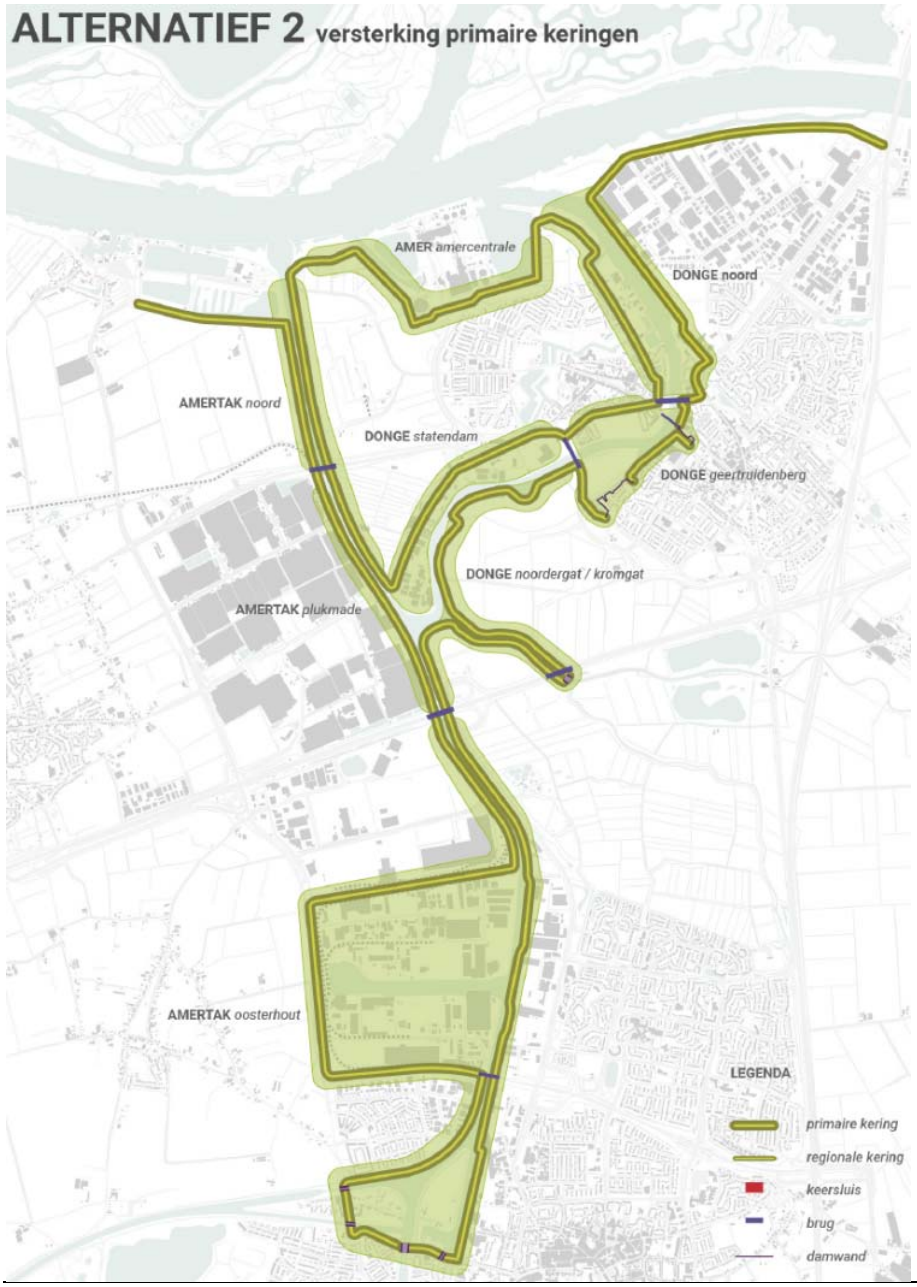
7.3 Alternatief 2: Reguliere dijkversterking

7.3.1 Waar gaat het om / wat is het?

Met dit alternatief worden de primaire keringen in het gehele systeem versterkt zodat zij voldoen aan de wettelijke vereisten. Om te voorkomen dat de nieuwe waterkering direct weer wordt afgekeurd op basis van de nieuwe normering wordt de nieuwe opgave bepaald aan de hand van de figuur op basis van de nadere veiligheidsanalyse [11]. Deze toont de opgave volgens de nieuwe normering.



Figuur 7.14 tabel met veiligheidsopgave op basis van de belasting in 2070



Figuur 7.15 Overzichtskaart van invulling Alternatief 2

7.3.2 Verwachte uitkomsten 1e beoordelingsronde

Alle waterkeringen zullen op relatief korte termijn (tussen 2017- 2022) beoordeeld worden volgens de nieuwe normering[4]. Hierbij worden de waterkeringen beoordeeld langs de actuele maatgevende belastingen (zichtjaar 2020). Het waterschap is voornemens om de waterkeringen langs de Donge en Amertak vroeg (2017-2018) in de beoordelingsronde te beoordelen om snel inzicht te krijgen in de status van de overige primaire keringen

Naar verwachting wordt het overgrote deel van de primaire keringen maar dus wel in het te beschouwen systeem) langs de Donge en Amertak in de 1e beoordelingsronde afgekeurd. Dit als gevolg van de nieuwe beoordelingsmethodiek en normering. Voor een goede afweging op systeemniveau is de opgave in het gehele systeem na deze beoordelingsronde op hoofdlijnen inzichtelijk gemaakt.

De gehanteerde hydraulische belastingen bij zichtjaar 2020 zijn nagenoeg gelijk aan het streefpeil dat met alternatief 1 (dynamische keermiddelen en afwaarderen van de waterkering) wordt gerealiseerd. Kortom, de hydraulische belastingen waar rond 2020 in de 1e beoordelingsronde aan wordt getoetst, komen nagenoeg overeen met de belasting die optreedt wanneer het systeem wordt afgesloten door keermiddelen en een sluitpeil/streefpeil van NAP +3,0 meter wordt gehanteerd. De restopgave van alternatief 1 wordt daarom als ondergrens van de opgave na 1e beoordelingsronde gesteld. Dit is een ondergrens voor alternatief 2 omdat bij alternatief 2 sprake blijft van een primaire kering, waardoor (in kilometers) hoogstwaarschijnlijk groter zal zijn dan bij alternatief 1. Voor stabiliteit is dit effect aanmerkelijk door het toepassen van zwaardere van strengere veiligheidsfactoren en schematisatiefactoren.

De trajecten die daadwerkelijk versterkt gaan worden, krijgen ook een grotere opgave in hoogte en breedte omdat in tegenstelling tot alternatief 1, bij alternatief 2 de ontwerpbelasting toeneemt met het zichtjaar dat gekozen wordt. De hydraulische belasting blijft toenemen door klimaatsveranderingen (bij alternatief 1 is dit niet het geval. Figuur 6.11 laat zien hoe de ontwerpwaterstanden toenemen naarmate het zichtjaar verder in de tijd ligt. De versterkingen zullen dus per strekkende kilometer meer investering vergen omdat er hogere waterstanden gekeerd moeten worden.

De geconstateerde tekortkoming aan de steenbekleding dient te worden uitgevoerd ongeacht welke oplossing wordt gekozen. Hierin is namelijk de belasting door scheepvaart bepalend. Dit betekent dat de steenbekleding langs de Amertak vervangen dient te worden.

[4] [4] Het waterschap is voornemens de beoordeling van de Donge en Amertak prioriteit te geven (2017 – 2018).

7.3.3 Gevolgen: Waterkeringen

Afgekeurde trajecten worden geprioriteerd op urgentie en toegevoegd aan het HWBP. Bij een versterking wordt een economisch efficiënt zichtjaar gekozen op basis van LCC waarop de versterking wordt gedimensioneerd. Bijvoorbeeld zichtjaar 2070. Hiervoor gelden zwaardere belastingen zodat de waterkering bij de volgende beoordelingsronde niet direct weer wordt afgekeurd. Iedere 12 jaar wordt deze beoordeling herhaald waarbij de maatgevende belastingen telkens worden aangepast aan de klimatologische ontwikkelingen.

Doordat de maatgevende belasting bij iedere beoordelingsronde toeneemt, zullen er in de tijd trajecten afgekeurd blijven worden. Afhankelijk van het zichtjaar dat is gehanteerd bij de versterking worden ook de reeds versterkte trajecten weer een keer afgekeurd.

Hoewel hoogte (overloop en overslag) naar verwachting bij de 1^{e} beoordelingsronde nog geen opgave is, zal gedurende de planperiode tot 2120 op grote delen van het systeem de aanwezige hoogte niet meer voldoen [11].

Tussen zichtjaar 2020 en 2120 neemt de ontwerpwaterstand met ruim 80 cm toe (van NAP 3,0 m naar NAP 3,8 m). Deze toename vraagt naast een verhoging op grote delen van het traject om een aanvullende kwelweglengte in de orde van 15 tot 30 meter (op basis van van Sellmeijer met voor het gebied karakteristieke waarden). Deze indicatieve waarden maken duidelijk dat gedurende de planperiode meerdere versterkingen uitgevoerd zullen worden om te blijven voldoen aan de toenemende waterstanden.

7.3.4 Gevolgen: Buitendijkse terreinen

Bedrijventerreinen Weststad I en II

Beide terreinen liggen onder het streefpeil van NAP 3,0 meter. Te weten op NAP 2,5 en 2,8 meter. Figuur 2.1 laat zien dat op basis van zichtjaar 2020 de kans van overstromen circa 1/200 per jaar is. Echter op basis van zichtjaar 2100 is deze kans toegenomen tot 1/10 per jaar. Om deze bedrijventerreinen de komende decennia economisch interessant te houden, zullen nader te bepalen ingrepen nodig zijn om wateroverlast en overstroming bij hoogwater te voorkomen. Omdat deze terreinen buitendijks liggen is het waterschap hiervoor geen initiatiefnemer.

Tabel 7.3 Inundatiediepte Weststad I en II

Overstromingsdiepte Weststad I en II met een kans van 1/3000 per jaar voor diverse zichtjaren						
Inundatie zonder keermiddelen				Inundatie met keermiddelen		
	Waterstanden	Weststad I	Weststad II	Waterstanden	Weststad I	Weststad II
Jaar	m tov NAP	(m)	(m)	m tov NAP	(m)	(m)
2020	2,95	0,45	0,15	2,95	0,45	0,15
2070	3,34	0,84	0,54	3,00	0,50	0,20
2100	3,56	1,06	0,76	3,00	0,50	0,20
2120	3,76	1,26	0,96	3,00	0,50	0,20

7.3.5 Resumé

De opgave is door de nieuwe normering en rekenmethodieken aanzienlijk groter dan uit de derde toetsronde naar voren is gekomen. Piping is het dominante faalmechanisme. Verder spelen macrostabiliteit en stabiliteit voorland een rol. Ook voor de overige primaire keringen is er naar verwachting nog een aanzienlijke opgave op piping. De exacte opgave wordt duidelijk met de 1^{e} beoordelingsronde. Op basis van de analyse uit wordt verwacht dat circa 11 km van de 21 km overige keringen niet wordt afgekeurd op piping. Deze 10 km kering heeft een relatief hoog achterland. De resterende circa 18 km opgave is in kilometers iets groter dan de opgave voor alternatief 1 door de strengere veiligheids- en schematisatiefactoren. In omvang (hoogte en breedte) is de opgave veel groter doordat er hogere ontwerpwaterstanden gehanteerd moeten worden.

Naar verwachting zullen alle keringen, op de verholen keringen in Geertruidenberg en Raamsdonkveer na, gedurende de planperiode versterkt moeten worden door de telkens toenemende waterstanden. Het is bovendien niet uit te sluiten dat er dijktrajecten meerdere malen binnen de planperiode van 100 jaar versterkt worden.

De buitendijkse bedrijventerrein Weststad I en II zullen in de loop van de planperiode bestendigd moeten worden tegen de toenemende waterstanden.

7.4 Technisch vergelijk alternatief 1 en 2

In onderstaande tabel worden de twee mogelijke ingrepen op systeemniveau met elkaar vergeleken op de verschillende faalmechanismen.

Tabel 7.4 Technisch vergelijk alternatieven

Mechanisme	**Alternatief 1 (DKM)**		**Alternatief 2 (Reguliere dijkversterking)**		
	Opgave 2020	**Verdere opgaven binnen planperiode**	**Opgave 2020**	**Opgave na 1e beoordelingsronde**	**Verdere opgaven binnen planperiode**
Piping	Circa 20 km, o.b.v. regionale eisen	0 km	6,3 km o.b.v. primaire eisen	Circa 13,7 km obv primaire eisen	20 km na verstrijken zichtjaar eerste versterking
Hoogte	Zeer beperkt		Geen	Geen	Na 2050 beperkt, oplopend naar 20 km in 2120
Stabiliteitsopgave	Geen	Geen	Beperkt obv primaire norm	Circa 9 km	Aanwezig maar n.t.b.
Stabiliteit voorland	Op Amertak traject	n.t.b	Op Amertak traject	n.t.b	geen
Steenbestorting	Gehele traject	Geen	6,3 km	Resterende traject	Gehele traject
Buitendijks gebied	Binnen ‘norm’	‘Acceptabele aanpassingen’ om wateroverlast van enkele dm op te vangen	Binnen ‘norm’		Aanzienlijke aanpassingen benodigd om wateroverlast van meer dan een meter op te vangen
Keersluizen en gemaal	Realisatie	Beheer, onderhoud en vervanging E+W	Geen		
Beheer en onderhoud dijklichamen	Niet onderscheidend		Niet onderscheidend		

8 Beschouwing van de alternatieven

8.1 Duurzaamheid conform de omgevingswijzer

Beoordelingscriterium Duurzaamheid met toepassing van de methode Duurzaam GWW (instrumenten Omgevingswijzer en Ambitieweb). De twee alternatieven worden beschouwd en onderling vergeleken op basis van de Omgevingswijzer. Voor een toelichting zie https://www.omgevingswijzer.org/vragenlijst/

Tabel 8.1 De criteria binnen het aspect duurzaamheid

Aspect	Criterium
Duurzaamheid	Energie en materialen
	Water
	Bodem en Ondergrond
	Ecologie en Biodiversiteit
	Ruimtegebruik
	Ruimtelijke kwaliteit
	Welzijn en gezondheid
	Sociale relevantie
	Bereikbaarheid
	Investeringen
	Vestigingsklimaat voor de bedrijvigheid
	Vestigingsklimaat voor de bevolking

Voor dit beoordelingscriterium is qua beschouwing een andere aanpak gehanteerd dan voor de andere beoordelingsaspecten. In deze paragraaf Duurzaamheid worden beide alternatieven direct onderling vergeleken. De beoordeling van alternatief DKM wordt uitgevoerd ten opzichte van het alternatief Dijken.

Beschouwing

8.1.1 Energie en materialen

A. Vermindering energievraag
   Energieverbruik zit in de aan- en afvoer van bouwmateriaal (klei zand et cetera) en de realisatie en inzet van de keermiddelen en gemaal. Alternatief DKM scoort beter dan alternatief Dijken omdat er aanzienlijk minder grondverzet benodigd is. Er zijn in alternatief DKM minder brede dijken benodigd en ook op de langere termijn is er geen hoogte opgave. Het energieverbruik van de keermiddelen en het gemaal zijn door de

lage sluitfrequentie niet bepalend (kortstondige jaarlijkse testsluiting en een gemiddelde sluitfrequentie van 1/100 per jaar)

B. Gebruik duurzame energie
Alleen bij alternatief DKM kan gebruik gemaakt worden van duurzame energie in de gebruiksfase. Een deel van de opgave wordt weggenomen door actief te bemalen. Alternatief DKM scoort licht positief omdat de bemaling en besturing van de keermiddelen met duurzame energie (groene stroom) gerealiseerd kan worden. Voor grondverzet zowel bij alternatief DKM als Dijken is dit (vooralsnog) niet aan de orde (gebruik van fossiele brandstoffen zoals diesel).

C. Gebruik fossiele brandstoffen
Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken hoewel voor alternatief Dijken meer grondverzet benodigd is, zowel op korte als lange termijn. Het alternatief DKM scoort dus licht positief.

D. Uitwisseling van energie
Een flexibel en robuust energienetwerk draagt bij aan de mogelijkheden tot uitwisselen. Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken

E. Materiaalgebruik
Alternatief DKM vergt de aanleg van twee keermiddelen en een gemaal. Hierin zijn elektrotechnische en werktuigbouwkundige onderdelen verwerkt met mogelijk schaarse materialen. Vervaardiging van de onderdelen vindt plaats in westerse landen. Daar staat tegenover dan voor Alternatief Dijken als gevolg van de grotere opgave op piping en stabiliteit meer materiaal (damwanden, scherm en geotextiel et cetera) vergt dan alternatief DKM. Zodoende is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken

F. Circulaire economie
Alternatief DKM scoort positief omdat er minder gebiedsvreemd materiaal benodigd is. De grondbalans is minder scheef, terwijl bij alternatief Dijken meer grond van buiten het projectgebied aangevoerd zal moeten worden.

8.1.2 Water

A. Waterveiligheid
Alternatief DKM scoort hierin positief. Hoewel een veilige dijk het uitgangspunt voor beide alternatieven is, zorgt alternatief DKM ervoor dat de hoogwaterdreiging permanent gereduceerd wordt. Alternatief Dijken vergt periodieke versterkingen als gevolg van de klimatologische verandering in het buitenwater. Bovendien worden de gevolgen van een eventuele bres in alternatief DKM sterk gereduceerd omdat de Donge en Amertak gecompartimenteerd zijn en niet langer in verbinding staan met het buitenwater. Aandachtspunt is het beheer en onderhoud van de nieuwe kunstwerken. Hieraan worden hoge eisen ten aanzien van de betrouwbaarheid en beschikbaarheid gesteld.

B. Wateroverlast
Alternatief DKM scoort positief omdat de waterstand gemaximeerd en gereguleerd wordt. Hiermee kan worden voorkomen dat de buitendijks gelegen industrie- en bedrijventerreinen de komende decennia te maken krijgen met een verder stijgende waterstand. Daar staat tegenover dat alternatief Dijken onder niet-extreme omstandigheden minder gevoelig is voor kwel omdat de dijken robuuster zijn uitgevoerd. Onder extreme omstandigheden heeft de aftoppen van alternatief DKM weer een gunstig effect op de kweldruk.

C. Waterkwaliteit
Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken

D. Watertekort
Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief 1 en 2 te maken

E. Klimaatbestendigheid
Alternatief DKM scoort hierin beter omdat de stijging van de maatgevende hoogwater buiten het gebied wordt gehouden. Wanneer waterstanden en afvoeren nog sterker toenemen dan nu verwacht, is met relatief beperkte maatregelen de kerende hoogte van de keermiddelen en de pompcapaciteit te vergroten (ten opzichte van 30 km dijkverzwaring)

F. Waterberging
De vermindering van bergingscapaciteit in het benedenrivierengebied. Door afsluiting met DKM wordt een behoorlijk nat oppervlak van de grote rivieren afgesloten in kritische situaties. Ruimte voor de Rivier is door waterberging Volkerak-Zoommeer opslag van 200 miljoen m3 water gecreëerd tijdens hoge afvoeren en sluiting van de stormvloedkeringen. Dat is een situatie waarin ook die DKM worden gesloten. Door deze afsluiting wordt er (heel globaal berekend) 1,5 miljoen m3 waterberging verminderd op het Amer/Hollandsdiep stelsel. Hierin scoort alternatief 1 slechter dan alternatief 2.

8.1.3 Bodem en Ondergrond

A. Geotechniek
Alternatief DKM scoort hierin ligt positief omdat het maatgevende verval beperkt wordt waarmee de benodigde maatregelen om piping tegen te gaan kleiner zijn dan in alternatief Dijken.

B. Bodemdiversiteit.
Alternatief DKM vergt kleinere ingrepen aan de waterkering door de lagere waterstanden en lagere normering waardoor dit alternatief minder grondverzet vergt dan alternatief Dijken. Alternatief DKM scoort positief ten opzichte van Dijken

C. Bodemkwaliteit
Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief 1 en 2 te maken

D. Ondergrondse infrastructuur
Hierin scoort alternatief DKM licht positief omdat de maatregelen van alternatief Dijken meer ruimte innemen (uiteindelijk meer hoogte benodigd en bredere pipingbermen en daarmee naar verwachting eerder raken aan ondergrondse infrastructuur

E. Archeologische en aardkundige waarden.
Hierin scoort alternatief DKM licht positief omdat het gebied waar de ingrepen plaatsvinden qua oppervlakte kleiner is dan bij alternatief Dijken en ook zullen er minder grondroerende werkzaamheden benodigd zijn. Alternatief Dijken zal daarmee naar verwachting eerder archeologische en aardkundige waarden raken.

F. Bodemdaling
Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief 1 en 2 te maken.

8.1.4 Ecologie en biodiversiteit

A. Habitatkwaliteit
Beide alternatieven vergen een ingreep op de waterkeringen waardoor plaatselijk tijdens de werkzaamheden enkele natuurwaarden een effect van kunnen ondervinden. Het is vermoedelijk mogelijk om hiervoor mitigerende maatregelen te treffen. Bij alternatief DKM is een eenmalige ingreep voldoende omdat de belasting niet verder toeneemt. Bij alternatief Dijken zal door klimatologische wijzigingen na verloop van tijd een nieuwe opgave ontstaan waarbij meer kilometers waterkering aangepakt moeten worden en de maatregelen groter zijn. Alternatief DKM scoort positiever.

B. Ecologische connectiviteit
De stapsgewijze of periodieke versterkingen binnen alternatief Dijken zorgen herhaaldelijk voor verstoring in hetzelfde gebied. Dit is echter een tijdelijk effect waarin alternatief DKM iets beter scoort. De keermiddelen vormen in gesloten toestand een barrière. Echter omdat er jaarlijks slechts kortstondig wordt proef gesloten en de werkelijke sluitfrequentie nu 1/2000 en in 2100 1/100 per jaar is, er daarop geen duidelijk onderscheid tussen beide alternatieven te maken. De keermiddelen vormen wel een onderbreking van de oever en kunnen zodoende gezien worden als een beperkt negatief element voor de connectiviteit.

8.1.5 Ruimtegebruik (wat en waar)

a) Aansluiting ontwikkelingsvraag
Aan de Donge en Amertak bevinden zich buitendijks gelegen bedrijfsterreinen. Deze bedrijven zullen zich willen blijven ontwikkelen (vernieuwen en uitbreiden). Bij alternatief DKM wordt de bedreiging vanuit hoogwaterveiligheid en bijbehorende maatregelen voor deze bedrijven en ideeën beperkt, doordat de maximale waterstand wordt afgetopt. Dit geldt ook voor de omvang van de dijken. Bij alternatief Dijken blijft de maximale

waterstand meestijgen met de klimatologische, wat extra maatregelen betekent en/of een risico voor de bedrijfsvoering. Alternatief DKM scoort positiever

b) Gebruik bestaand gebied
In de Donge en Amertak bevinden zich buitendijks gelegen (bedrijfs)terreinen. Bij alternatief DKM wordt de bedreiging van deze terreinen sterk beperkt doordat de maximale waterstand wordt afgetopt. Bij alternatief Dijken blijft de maximale waterstand meestijgen met de klimatologische. Alternatief DKM scoort positiever

c) Uitbreiding
De keermiddelen en het bijbehorende gemaal maar ook de dijkversterkingen kunnen op een logische wijze worden ingepast in het gebied. Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken.

d) Meervoudig ruimtegebruik
Hierin is onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken. Op termijn is het eenvoudiger om buitendijks activiteiten te ontplooien wanneer de hoogwaterstand is gemaximaliseerd en de status regionaal is. Minder strikte eisen. Alternatief DKM scoort hierdoor beter.

e) Klimaatbestendigheid
Alternatief DKM is relatief eenvoudig aan te passen aan klimaatverandering. Indien de waterstanden verder stijgen, kunnen de keermiddelen opgehoogd worden in combinatie met vergroting van de pompcapaciteit. In alternatief Dijken zijn bij stijging van de maximale waterstanden telkens verspreid over het gehele gebied dijkversterkingen benodigd. Alternatief DKM scoort hierdoor beter.

f) Impact op woongebieden Vrachelsedijken en Zwaaikom. Het beperken van de maximale waterstand heeft een positief effect op de woongebieden omdat het overstromingsrisico toeneemt. Alternatief DKM scoort hierdoor beter.

8.1.6 Ruimtelijke kwaliteit (hoe)

Dit onderdeel wordt separaat behandeld buiten de omgevingswijzer om (zie paragraaf 8.3 deel B)

8.1.7 Welzijn en gezondheid

a) Gezondheidsbescherming
Beide alternatieven zorgen voor een veilige waterkering. Qua uitvoering laat alternatief Dijken meer effecten zien qua verstoring en leefmilieu (met name geluid en luchtkwaliteit) dan alternatief DKM. Gezien de tijdelijkheid van deze effecten is er geen duidelijk onderscheid tussen beide alternatieven op gezondheidsbescherming te maken.

b) Veiligheid
Beide alternatieven zorgen voor een veilige waterkering. Echter op termijn zal door de toenemende waterstanden in het buitenwater, de waterveiligheid in de buitendijks

gelegen bedrijventerreinen afnemen. Alternatief DKM topt deze stijging af. Alternatief Dijken niet. Alternatief DKM scoort positiever

c) Fysieke gezondheid
Alternatief DKM kent een kleiner buitendijks risico wat zijn weerslag heeft op de mentale gezondheid van bewoners en medewerken in buitendijks gebied.

d) Mentale gezondheid
Alternatief DKM kent een kleiner buitendijks risico wat zijn weerslag heeft op de mentale gezondheid van bewoners en medewerken in buitendijks gebied.

e) Hinder
Alternatief DKM kent in totaal een kleinere opgave op de dijk (smaller, lager of geheel geen opgave). Bovendien is de opgave eenmalig. De aanleg van de keersluis en het gemaal zorgt voor hinder die alternatief Dijken niet kent. Deze hinder is lokaal. Alternatief Dijken vergt een grotere opgave en een herhaling van een deel van de opgave wanneer de waterstand verder stijgt. Alternatief DKM scoort positiever.

8.1.8 Sociale relevantie

a) Sociaal welzijn
Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken.

b) Demografische samenstelling
Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken.

c) Sociaal draagvlak
Alternatief DKM staat voor een eenmalige dijkversterking en omdat alternatief DKM op termijn een toename van wateroverlast aan de buitendijkse terreinen tegengaat, is het te veronderstellen dat alternatief DKM positief door de lokale partijen wordt ontvangen. Alternatief DKM scoort positief.

d) Lokale expertise. Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken.

8.1.9 Bereikbaarheid

a) Robuust mobiliteitssysteem
Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken.

b) Efficiënt gebruik infrastructuur
Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken.

c) Bereikbaarheid functies
Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken.
Kanttekening: Bij alternatief 1 wordt in de Donge een keersluis met een krap profiel voorzien. De beroepsvaart kan hier beperkt hinder van ondervinden doordat één schip tegelijkertijd de keersluis kan passeren. Echter op deze locatie ligt de vaarsnelheid van de schepen sowieso al laag waardoor de hinder van een krap profiel beperkt blijft.

d) Adaptief mobiliteitsbeleid
Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken.

8.1.10 Investeringen

a) Evenredige kosten en baten
Hierin geeft alternatief DKM een minder eenduidig beeld dan alternatief Dijken omdat op de lange termijn buitendijks gelegen bedrijven profijt hebben van de aanleg van de keermiddelen en baten in de toekomst liggen. Alternatief Dijken beperkt positief hoewel de kosten en de baten bij verschillende partijen komen te liggen.

b) Gebiedskwaliteiten
Alternatief DKM neemt minder ruimte in en beschermt op termijn meer buitendijks gelegen gebied. Alternatief DKM scoort positief

c) Waardecreatie
Met alternatief DKM wordt voorkomen dat in de toekomst voor de waterkering een groter beslag wordt gelegd op het achterland. Alternatief DKM scoort positief.

d) Life Cycle Costing
Zie hiervoor hoofdstuk 0

e) Benodigd budget
Het benodigde budget zal moeten worden aangevraagd bij het HWBP. Vooralsnog is hier tussen de alternatieven geen onderscheid in te maken.

8.1.11 Vestigingsklimaat voor de bedrijvigheid

a) Vestigingsklimaat
Beide alternatieven hebben gelegenheid om meekoppelkansen te realiseren. Voor het buitendijkse bedrijventerreinen is het aftoppen van de waterstand door de dynamische keermiddelen een gunstige ontwikkeling.
Het maaiveld van het buitendijkse bedrijventerrein Weststad I (circa 56 hectare) ligt gemiddeld op NAP +2,80m. Het buitendijkse bedrijventerrein Weststad II (circa 85 hectare) heeft een gemiddeld maaiveld op NAP +2,50m.In beide alternatieven schade. Maar bij alternatief DKM is de waterstand gemaximeerd op 3m +NAP waardoor overlast beperkt is. Bij alternatief Dijken kan de waterstand verder stijgen hetgeen ongunstiger is voor de buitendijkse gebieden. Alternatief DKM scoort hierdoor beter.

b) Economisch beleid
Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken. Kanttekening is het behoud van bedrijvigheid in het buitendijkse gebied.

c) Innovatie- en aanpassingsvermogen
Het alternatief DKM komt voort uit een systeembenadering en geldt als een lange termijnoplossing. Deze benadering is innovatief. De lokale economie is gebaat bij een robuust gemaximeerd systeem

8.1.12 Vestigingsklimaat voor de bevolking

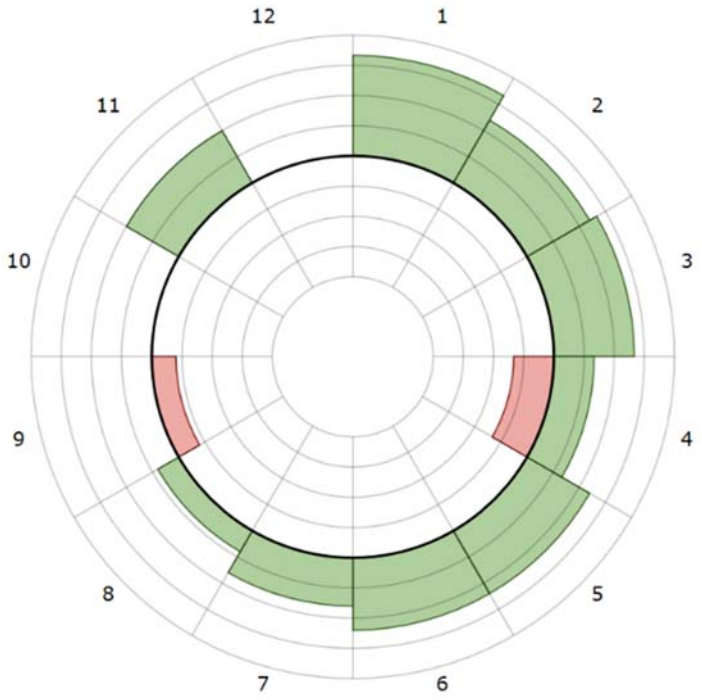
a) Werkgelegenheid
Er wordt een positieve bijdrage geleverd aan de werkgelegenheid op lange termijn, die past bij de ontwikkeling en vaardigheden van de regionale beroepsbevolking. Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken

b) Bereikbaarheid arbeidsmarkt
De bereikbaarheid (multimodaal en ketens) en transparantie van de arbeidsmarkt en hierbij benodigde voorzieningen worden vergroot. Denk hierbij bijvoorbeeld aan informatievoorziening over de arbeidsmarkt, reistijd en -kosten. Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken.

c) Ontwikkeling beroepsbevolking
Er wordt bijgedragen aan de ontwikkeling van de beroepsbevolking voor de lokale en regionale arbeidsmarkt. Denk hierbij aan het realiseren en verbeteren scholing en toegankelijker maken van kennis en ervaring Hierin is geen duidelijk onderscheid tussen alternatief DKM en Dijken te maken.

d) Voorzieningenaanbod
Er wordt bijgedragen aan verbetering van het voorzieningenaanbod voor de bevolking. Denk hierbij bijvoorbeeld aan diversiteit, kwaliteit, bereikbaarheid en kosten van voorzieningen. De DKM biedt meer kansen voor buitendijks wonen. Deze plannen zijn echter nog in een verkennend stadium en kunnen slechts met een beperkt gewicht worden meegenomen in de beoordeling. Positief richting alternatief DKM.

Conclusie (grootste verschillen tussen de alternatieven)
Onderstaande duurzaamheidswijzer geeft de score van Alternatief DKM weer ten opzichte van Alternatief Dijken. Op vrijwel alle criteria scoort alternatief DKM positiever dan alternatief Dijken.

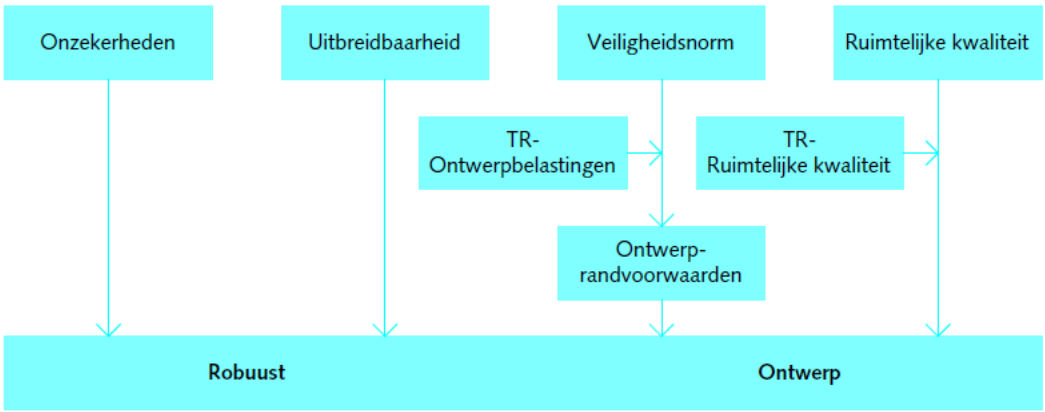


Figuur 8.1 Scorewiel omgevingswijzer (https://www.omgevingswijzer.org)

Uitzondering hierop vormt het subcriterium 4) met de Ecologische connectiviteit. De beide kunstwerken vormen een onderbreking in de oeverzone. Dit heeft een mogelijk negatief effect op de connectiviteit in de oeverzone. Subcriterium 9) bereikbaarheid van functies. Hier weegt de mogelijke versmalling van de vaarweg bij keuze voor een krap profiel mee in de beoordeling. Subcriterium 10 Investeringen wordt separaat behandeld in hoofdstuk 0.

8.2 Robuustheid en uitbreidbaarheid

De leidraad rivieren hanteert de volgende definitie voor robuustheid:
‘In het ontwerp rekening houden met de toekomstige ontwikkelingen en onzekerheden, zodat het uitgevoerde ontwerp tijdens de planperiode blijft functioneren zonder dat ingrijpende en kostbare aanpassingen noodzakelijk zijn, en dat het ontwerp uitbreidbaar is indien dat economisch verantwoord is’.



Vrij vertaald worden de twee alternatieven voor het criterium robuustheid beoordeeld op:

- De mate waarin het alternatief onzekerheden in de hydraulische belastingen op kan vangen binnen het ontwerp (rivierafvoer, zeestand, windrichting, gesloten zeekeringen
- De mate waarin de onzekerheid in de sterkte van de kering op wordt gevangen in het ontwerp (sterkte, stijfheid, laagopbouw, geohydrologische en geotechnische eigenschappen, onzekerheden in sterkte parameters, erosiebestendigheid, sluitvragen, mobilisatie et cetera)
- De mate waarin het ontwerp uitbreidbaar is indien dit economisch verantwoord is

Tabel 8.2 De criteria binnen het aspect robuustheid en uitbreidbaarheid

Aspect	Criterium
Robuustheid en uitbreidbaarheid	Mate van kunnen opvangen onzekerheden in hydraulische belastingen
	Mate van kunnen opvangen onzekerheden in sterke van de kering
	Mate van uitbreidbaarheid ontwerp

8.2.1 Alternatief 1: Dynamische keermiddelen met regionale keringen

Mate van kunnen opvangen onzekerheden in hydraulische belastingen

Met de aanleg van de dynamische keringen kenmerkt dit alternatief zich als een brongerichte of preventieve systeemgerichte oplossingsrichting. De dreiging (hoogwater), wordt op gecontroleerde wijze beperkt en de verdere toename ervan in de tijd bevroren. De onzekerheid in de hydraulische belasting wordt verkleind. Wat resteert is de onzekerheid in de afvoer van het Wilheminakanaal welke een relatief kleine impact heeft op het Amertak – Donge systeem

vergeleken met de klimatologische ontwikkelingen en onzekerheden op het buitenwater. Door enige overcapaciteit in de bemaling, of overhoogte in de keermiddelen op te nemen is met een relatief kleine aanvullende investering de gehele onzekerheid van de hydraulische belasting af te dekken. De planperiode voor het ontwerp is eenduidig vast te stellen waarbij het de voorkeur heeft deze zo lang mogelijk stellen.

Mate van kunnen opvangen onzekerheden in sterke van de kering
De achter de keermiddelen gelegen (nu primaire) waterkeringen worden afgewaardeerd tot regionale keringen. De onzekerheid in de sterkte van de keringen langs de Donge en Amertak wordt via de werkwijze van regionale keringen vastgelegd. Deze wijkt, op enkele veiligheidsfactoren niet af van de wijze waarop primaire keringen worden ontworpen. Onzekerheden in de sterkte worden als veiligheidsfactoren en schematisatiefactoren volgens de laatste inzichten meegenomen. De twee keermiddelen en het gemaal introduceren een onzekerheid in het systeem. Immers, beide keringen moeten onder hoogwateromstandigheden met een hoge betrouwbaarheid sluiten. Het gemaal dient onder gelijke betrouwbaarheid beschikbaar te zijn om instromend water vanuit het Wilheminakanaal uit te malen. Als één van de kunstwerken niet tijdig beschikbaar is, en de waterstand stijgt verder, dan faalt het systeem. Onder uitbreidbaarheid van het Donge Amertak systeem wordt onder alternatief 1 verstaan het handhaven van het streefpeil en het vergroten van de kerende hoogte en opvoerhoogte / capaciteit om toenemende buitenwaterstanden te kunnen keren.

Mate van uitbreidbaarheid ontwerp
Zowel de keermiddelen als het gemaal zijn uitbreidbaar. De keermiddelen kunnen verhoogd worden en de maalcapaciteit kan uitgebreid worden tegen relatief lage kosten ten opzichte van de stichtingskosten. Het verdient de voorkeur om bij de aanleg al rekening te houden met toekomstige uitbreiding. Bijvoorbeeld door fysiek ruimte te reserveren, fundaties te verzwaren of te verbreden en rekening te houden met een groter waterstandsverschil over de kunstwerken. Maalcapaciteit is tevens in de vorm van tijdelijke pompinstallaties op te vangen. Dit betekent ook dat na de initiële versterking aan de achterliggende regionale keringen geen verdere versterkingsopgave hoeft te worden toegekend.

8.2.2 Alternatief 2: Reguliere dijkversterking

Mate van kunnen opvangen onzekerheden in hydraulische belastingen
De primaire waterkering wordt zodanig aangelegd dat het binnen de planperiode de te verwachten onzekerheden kan opvangen. Omdat de keringen allen belast worden door buitenwater of hier direct mee in verbinding staan, wordt geanticipeerd op de klimatologische ontwikkelingen.

Mate van kunnen opvangen onzekerheden in sterke van de kering
Omdat de ontwerpen op toekomstige belastingen geënt zijn, omgeven door onzekerheid, worden de waterkeringen in eerste instantie overgedimensioneerd. Gedurende de planperiode lopen sterkte en belasting meer in de pas. Aan het einde van de planperiode zal de waterkering aangepast moeten worden om te kunnen voldoen aan de nieuw inzichten ten aanzien van de hydraulische belasting. Dit heeft tot gevolg dat de opgave in het gebied stapsgewijs blijft toenemen, meer kilometers dijk dienen versterkt te worden, en de waterkering zelf dient robuuster uitgevoerd te worden.

Mate van uitbreidbaarheid ontwerp
Onder uitbreidbaarheid van de waterkeringen langs de Donge en Amertak wordt de mogelijkheid verstaan om de keringen aan te passen aan de zwaardere hydraulische belastingen. Dit gaat gepaard met een integrale versterking om hoogtetekort, kwelweg en stabiliteit aan de vereisten te laten voldoen.

8.2.3 Conclusie (grootste verschillen tussen de alternatieven)

- Alternatief DKM neemt de belasting op de keringen weg en stabiliseert het systeem voor de komende planperiode. Dit alternatief scoort goed op de mate van robuustheid ten aanzien van onzekerheden in de hydraulische belasting. Alternatief Dijken vraagt periodiek om een herijking en mogelijk versterking
- Alternatief DKM kent aanvullend op de waterkeringen onzekerheid over de sterkte en betrouwbaarheid van 3 kunstwerken. Dit alternatief scoort hiermee minder dan alternatief Dijken
- Alternatief DKM is in functie (planperiode) met lokale ingrepen op de drie kunstwerken uit te breiden voor de toekomstige belastingen. Bij alternatief Dijken is hiervoor een grootschalige verbetering van alle waterkeringen benodigd. Alternatief DKM scoort beter

Overall laat alternatief DKM een positiever beeld zijn op robuustheid en uitbreidbaarheid dan alternatief Dijken, omdat de benodigde ingrepen eenduidig in de tijd ligger, beperkter van aard en omvang zijn. Aandachtspunt is de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de keermiddelen in combinatie met beschikbaarheid van maalcapaciteit.

8.3 Ruimtelijke kwaliteit

Beoordelingscriteria
In deze paragraaf zijn de mogelijke effecten van de twee alternatieven (zoals beschreven in hoofdstuk 3) op de ruimtelijke kwaliteit in het gebied globaal onderzocht. De effecten kunnen zowel positief zijn (in dat geval een kans) als negatief (een verstoring).

Verder is gekeken naar de ruimtelijke impact van de meekoppelkansen die omschreven zijn in de Nota Meekoppelkansen. De toepasbaarheid van enkele meekoppelkansen verschilt per alternatief, dit wordt behandeld in paragraaf 5.6.

Tabel 8.3 criteria binnen het aspect ruimtelijke kwaliteit

Aspect	Criterium
Ruimtelijke kwaliteit	Invloed op de herkenbaarheid en karakteristiek van waterloop, dijken en achterliggend polderland
	Invloed op de robuustheid van de landschappelijke structuur
	Invloed op de beleefbaarheid van het watersysteem
	Invloed op cultuurhistorische waarden in het gebied
	Invloed op de toegankelijkheid van het gebied en de recreatieve waarde
	Ruimtelijke inpasbaarheid van de meekoppelkansen

De effecten van de twee alternatieven op de ruimtelijke kwaliteit zijn per deelgebied onderzocht om zo tot een objectieve vergelijking te komen voor het hele gebied. Deze deelgebieden zijn aangeven op de kaarten in hoofdstukken 7.2 en 7.3 en zijn bepaald op basis van ruimtelijke karakteristiek. In de tabel is een eerste aanzet gegeven om positieve en negatieve effecten van de verschillende alternatieven in beeld te krijgen. Het resultaat is een overzicht van kansen en verstoringen per alternatief. Hieronder volgt een korte toelichting op de tabel.

Alternatief 1: Dynamische keermiddelen met regionale keringen
De ruimtelijke inpassing van een keersluis is voor de Amertak anders dan voor de Donge. Dit niet alleen vanwege de profielbreedte, maar vooral omdat het twee verschillende typen waterlopen betreft. De Amertak is een gegraven kanaal, terwijl de Donge oorspronkelijk een natuurlijke laaglandbeek is die als kreek uitmondt in de Amer. De inpassing van de keersluis in de Amertak kan het beeld van het kanaal als waterbouwkundig werk, door de mens gemaakt, versterken. Een keersluis op de beoogde locatie is een kans om de landschappelijke relatie tussen de oude Standhanzedijk aan beide zijden van het kanaal te herstellen. Een zorgvuldig ingepaste en goed ontworpen sluis is hiervoor cruciaal. Het plaatsen van een keersluis in de monding van de Donge lijkt in eerste instantie eerder een verstoring te zijn, zowel voor het karakter van de Dongemond als voor de continuïteit van het profiel van de waterloop (breed aansluitend op de Amer)

De komst van twee keersluizen heeft niet alleen directe ruimtelijke impact op de plekken van de nieuwe sluizen zelf. Er zijn ook kansen voor het recreatieve routenetwerk op regionaal schaalniveau. In de paragraaf meekoppelkansen 8.4 wordt hier verder op ingegaan.

Met de komst van twee keersluizen kunnen de dijken achter de keersluis worden afgewaardeerd tot regionale kering. Dit heeft enerzijds tot gevolg dat men minder te maken zal hebben met lastige inpassingsvraagstukken (zoals bijvoorbeeld in het centrum van Geertruidenberg of bij de Dongecentrale) En ook kunnen meekoppelkansen worden meegenomen waarvoor een minder dynamische waterstand voordelen biedt (zoals bijvoorbeeld buitendijks wonen aan het water). Aan de andere kant wordt door deze maatregel de beleefbaarheid van de leesbaarheid van het watersysteem, met één dijk als dé waterkering afgezwakt.

Alternatief 2: Reguliere dijkversterking
Het versterken van de dijken tot primaire keringen biedt, als traditionele vorm van hoogwaterbescherming, kansen voor integrale landschapsversterking. Met name langs de Amertak bestaan er mogelijkheden om de recreatieve routes op en rond de dijken te versterken. Aandachtspunt is terugbrengen en versterken van de boombeplantingen die als ‘groene lijst’ rond Geertruidenberg van grote betekenis zijn. Een open watersysteem, met één primaire kering, is beleefbaar en herkenbaar.

Afhankelijk van de situatie is een dijkverbetering een complexe opgave, zeker in stedelijk gebied en bij waardevolle cultuurhistorische plekken. Het goed oplossen van de ontwerpopgave in stedelijk gebied is vaak ingewikkeld en kostbaar. Het centrum van Geertruidenberg moet daarbij zeker bijzondere aandacht krijgen.

Zowel bij dynamische keermiddelen als bij de primaire dijkversterking bestaat de meekoppelkans om de fietsaansluiting over de Amertakbrug te verbeteren. Vanuit ecologisch oogpunt ligt er bij beide alternatieven de meekoppelkans om robuuste ecologische oevers aan te leggen. De dynamische keermiddelen vormen echter een lokale onderbreking van deze ecologische oevers.

Conclusie
Mits zorgvuldig ontworpen, en met beschikbaarheid van voldoende middelen, is het alternatief Dijken goed inpasbaar. Er is echter nog onvoldoende zicht op de inpassingsopgave, mogelijke oplossingen en kosten om hierover nu eenduidige uitspraken te doen. Alternatief DKM maakt het watersysteem minder leesbaar. Het inpassen van de keersluizen op beide locaties is een complexe ontwerpopgave. Als blijkt dat dit goed uitgewerkt en integraal ingepast kan worden, biedt alternatief DKM de meeste toegevoegde waarde omdat het de algehele versterkingsopgave reduceert en ruimte biedt voor de meeste voor de hand liggende meekoppelkansen.

8.4 Klant-Eis-Specificaties en meekoppelkansen

In het kader van het omgevingsmanagement zijn in (de aanloop naar) de verkenningsfase de eisen, wensen en belangen van stakeholders in de omgeving geïnventariseerd. Op basis van deze inventarisatie is een overzicht van de klanteisspecificaties en mogelijke meekoppelkansen

opgesteld. De meeste klanteisen zijn (in)direct meekoppelkansen. De in beeld zijnde meekoppelkansen zijn opgenomen in de navolgende tabel. Per meekoppelkans is aangegeven met welk alternatief (keermiddelen of dijkverbetering) de kans een fysiek raakvlak heeft. Dit fysieke raakvlak maakt het dat in de verdere planuitwerking en (voorbereiding van) de realisatie mogelijk werk met werk gecombineerd kunnen worden. Sommige meekoppelkansen hebben een raakvlak met beide alternatieven.

Tabel 8.4 criteria meekoppelkansen

Meekoppelkansen	**Omschrijving**	**Raakvlak met alternatief**
Openmaken haven Raamsdonksveer	Als er dynamische keermiddelen komen is het mogelijk de haven van Raamsdonksveer weer te openen, richting Heereplein. Dit is nu onmogelijk door de wisselende waterstanden.	Keermiddelen
Openmaken van de Veste (vestingsgracht) Geertruidenberg	Geertruidenberg wil mogelijk De Veste openmaken (een verbinding met de Donge realiseren) voor (kleine) pleziervaartuigen ten behoeve van het watertoerisme.	Keermiddelen
Buitendijks bouwen	De gemeente Oosterhout heeft de wens om buitendijks woningen te bouwen. In het geval van primaire keringen zal dit gebied eerder onderlopen of dienen hiertoe maatregelen getroffen te worden. Wanneer de keringen worden afgewaardeerd is het peil gemaximeerd en zullen er voor deze ontwikkelingen minder maatregelen nodig zijn ten behoeve van beperking overstromingen.	Dijkverbetering en keermiddelen
Bedrijfsuitbreidingen in beschermingszone waterkering	Meerdere bedrijven langs de Donge en Amertak hebben uitbreidingsplannen in de beschermingszone van de dijk.	Keermiddelen
Fietsverbinding Dombosch	Verbetering van de fietsverbinding / fietspad over de dijk langs bedrijventerrein Dombosch.	Dijkverbetering en keermiddelen
Fietsverbinding over de Amertak	Om de fietsverbindingen tussen de beide kanten van de Amertak te verbeteren zijn meerdere partijen voorstander van een fietspont of fietsbrug over de Amertak ter hoogte de Standhazensedijk. Mogelijk kan het keermiddel hiertoe benut worden.	Dijkverbetering en keermiddelen

Meekoppelkansen	Omschrijving	Raakvlak met alternatief
Ecologische wensen	Dit initiatief omvat het inrichten van natuurvriendelijke oevers langs de te verbeteren dijktrajecten, het inrichten van de Slikpolder als natuurcompensatie, het plaatsen van nesten voor zwaluwen en ooievaars en het verwijderen/minimaliseren van afrastering en hekwerk ten behoeve van het ree.	Dijkverbetering en keermiddelen
Aansluiting fietspaden langs Amertak op brug N623	Momenteel is de verbinding tussen de fietspaden op dijken langs de Amertak en de kanaalweg niet geschikt voor fietsers. De gemeenten Drimmelen en Geertruidenberg willen hier verbetering in aanbrengen zodat men vanaf de dijken langs de Amertak zonder omfietsen via de N623 de Amertak kan oversteken.	Dijkverbetering en keermiddelen
Aansluiting fietspad op Oude Dijk	De aansluiting fietspad langs de Amer op de Oude Dijk (verlengde Steelhovensedijk) is niet optimaal en kan verbeterd worden.	Dijkverbetering en keermiddelen
Wedstrijdplaatsen sportvisserij	Sportvisserij Zuidwest Nederland wil langs de Amertak graag een wedstrijdtraject aanleggen met circa 150 visplaatsen.	Dijkverbetering en keermiddelen
Tegengaan kwel langs Amertak	In de polders langs het kanaal is sprake van wateroverlast door het doorlekken van de bekleding. De huidige gemalen kunnen de hoeveelheid water niet aan. De dijkversterking kan gebruikt worden om de hoeveelheid kwel vanuit het kanaal te verminderen.	Dijkverbetering en keermiddelen
Jachthaven Slikpolder	De Slikpolder is een geschikte locatie voor een jachthaven in combinatie met recreatiewoningen en voorzieningen. Bij dijkteruglegging ontstaat tevens de mogelijkheid om buitendijks groen te realiseren en bij te dragen aan ‘ruimte voor de rivier’.	Niet onderscheidend
Herontwikkeling Donge-oevers Slikpolder	Als onderdeel van het Donge-oevers project wordt op dit moment een landschappelijke visieschets uitgewerkt voor de Slikpolder. Deze visieschets biedt een richtinggevend kader voor de recreatieve (her-) ontwikkeling van de polder, op basis waarvan een ontwerp gemaakt wordt.	Niet onderscheidend
Biomassaopslag Slikpolder	Een deel van de gronden in de Slikpolder is in eigendom van Essent. Essent wil de gronden in de toekomst mogelijk gebruiken voor de opslag en overslag van biomassa.	Niet onderscheidend
Uitzicht omwonenden Slikpolder	De bewoners willen hun uitzicht op het groen graag behouden. De bewoners zijn op deze plek gaan wonen vanwege het vrije uitzicht, de privacy (geen inkijk vanaf een dijk) en de natuurwaarden.	Niet onderscheidend

Meekoppelkansen	Omschrijving	Raakvlak met alternatief
Extra steigers en toegang haven Amercentrale	De bewoners willen graag extra steigers in de haven van de Amercentrale voor de booteigenaren en watersportliefhebbers in de omgeving.	Niet onderscheidend
Waterproblemen Slikpolder	De bewoners bij de Slikpolder hebben last van een hoge grondwaterstand en hebben de wens om de waterafvoer te verbeteren.	Niet onderscheidend

Deze mogelijke meekoppelkansen zijn onderverdeeld in onderscheidende en niet-onderscheidende meekoppelkansen. In het eerste geval betreft het een meekoppelkans die een raakvlak kent met de beide alternatieven maar waarop de uitwerking per alternatief verschilt. In het tweede geval betreft het meekoppelkansen waarop de uitwerking van de beide alternatieven gelijk is. Omdat de analyse is gericht op het maken van een afweging tussen de beide alternatieven (dynamische keermiddelen en dijkverbetering) worden de niet-onderscheidende meekoppelkansen in deze paragraaf niet nader behandeld.

Alternatief 1: Dynamische keermiddelen met regionale keringen

Drie meekoppelkansen profiteren specifiek van dit alternatief. Het betreft het openmaken van de oude haven in Raamsdonksveer, het herstel van de directe verbinding tussen de gracht van de vesting Geertruidenberg met de Donge en de wens om buitendijks te bouwen in Oosterhout. Zonder dynamische keermiddelen zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk om deze ontwikkelingen mogelijk te maken. Hoewel deze meekoppelkansen niet gelijktijdig uitgevoerd hoeven te worden met de aanleg van de keermiddelen, zijn deze projecten eenvoudiger te realiseren in geval van het alternatief Dynamische keermiddelen. Ook bedrijfsuitbreidingen in de beschermingszones van de dijken wordt eenvoudiger in dit alternatief. Daartegenover staat dat bedrijven in de directe omgeving van de keermiddelen beperkt worden in hun uitbreidingsmogelijkheden en (tijdelijke) hinder kunnen ondervinden door de werkzaamheden.

Naast de bovengenoemde ontwikkelingen bieden dynamische keermiddelen de mogelijkheid een fietsverbindingen op of over de dynamische keermiddelen te realiseren, waardoor fietsroutes aan beide zijden van de Donge en Amertak verbonden kunnen worden. Ook kunnen fietsverbindingen op de te versterken dijken industrieterrein Dombosch en de Slikpolder gerealiseerd worden.

Op het gebied van klanteisspecificaties hebben de bedrijven langs de Donge de wens zo min mogelijk beperkingen te ondervinden in hun huidige bedrijfsvoering door de locatie, de afmetingen en eventuele sluitingen van het keermiddel. Indien wordt gekozen voor roldeur met een normaal vaarwegprofiel als keermiddel is de verwachting dat de betreffende bedrijven geen

hinder ondervinden in hun bedrijfsvoering. Ook de hinder ten gevolge van jaarlijkse kortstondige proefsluitingen en de kans van 1/100 per jaar dat de keringen een langere periode ingezet moeten worden is beperkt. Wordt de keersluis uitgevoerd met een krap profiel, dan ontstaat mogelijk wel een issue met deze klant-eis.

Alternatief 2: Reguliere dijkversterking
Alternatief 2 vergt op verschillende locaties stabiliteitsmaatregelen. Met de benodigde stabiliteitsbermen kan mogelijkerwijs ook het kwelprobleem in het omliggende gebied gereduceerd worden. Deze meekoppelkans is alleen onderscheidend als de pipingopgave voor alternatief 1 niet met bermen maar met bijvoorbeeld een verticaal geotextiel wordt opgelost waarmee de kweldruk niet afneemt.

Er zijn verder geen specifieke meekoppelkansen die alleen gerelateerd kunnen worden aan alternatief 2. Het belangrijkste verschil tussen de beide alternatieven op het gebied van meekoppelkansen is de omvang van de ruimtelijke ingreep. In het alternatief Versterking primaire keringen worden de keringen over een grotere lengte versterkt of aangepast. In dit alternatief worden de primaire keringen over een grotere lengte en in een groter gebied versterkt. Deze grotere ruimtelijke ingreep kent daarom mogelijk met meer Klant-Eis-specificaties en meekoppelkansen een raakvlak.

Alternatief 1 en 2:
Omdat voor beide alternatieven geldt dat het merendeel van de keringen op piping versterkt moet worden zullen langs het grootste deel van het traject, ongeacht het alternatief, werkzaamheden uitgevoerd worden. Onderstaande meekoppelkansen zijn daarmee niet onderscheidend.

De fietsverbinding tussen de oost- en westzijde van het kanaal kan op twee plaatsen verbeterd worden. Ter hoogte van de Standhazensedijk is een fietspont gewenst, waarvoor aanlegplaatsen langs de dijk noodzakelijk zijn. Bij de huidige brug in de N623 kan de aansluiting van de fietsroutes langs de Amertak op het fietspad langs de provinciale weg verbeterd worden. Een fietsverbinding over de dijk langs industrieterrein Dombosch is ook haalbaar, maar een verbinding over de Donge is voor alternatief 2 minder voor de hand liggend dan voor alternatief 1.

Tot slot dient de steenbestorting langs het kanaal ongeacht het alternatief opnieuw en correct aangebracht te worden. Dit alternatief biedt voor beide alternatieven volop mogelijkheden om natuurvriendelijke oevers te realiseren.

8.5 Uitvoering (inclusief schadeverwachting en hinder)

Tabel 8.5 De criteria binnen het aspect uitvoering.

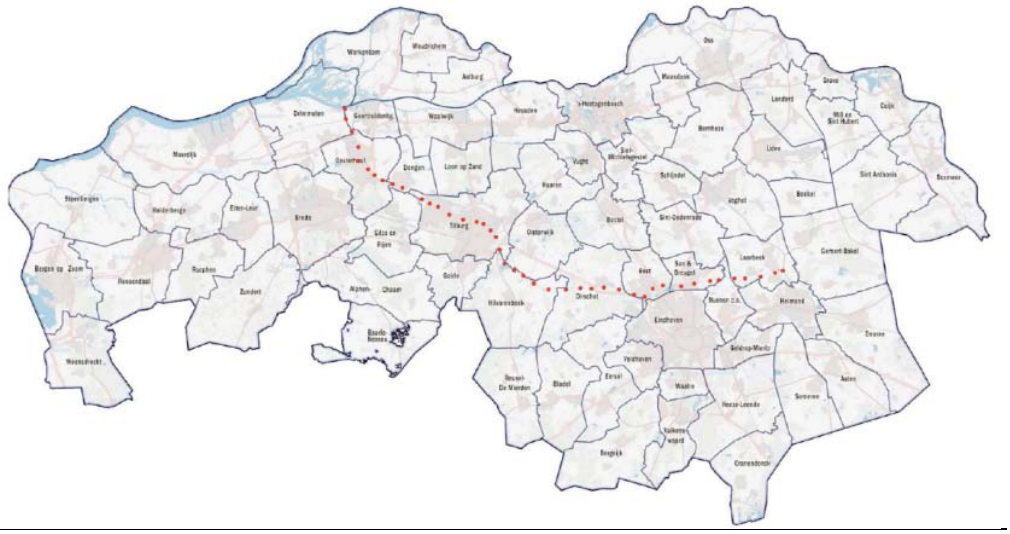
Aspect	Criterium
Uitvoering	Hinder tijdens de aanleg
	Hinder tijdens de gebruiksfase
	Schadeverwachting

Alternatief 1: Dynamische keermiddelen met regionale keringen

Hinder tijdens de aanleg
Tijdens de realisatie van de dynamische keermiddelen zal de vaarweg tijdelijk versmald worden ten plaatse van de keersluizen, om deze te kunnen realiseren. Hierdoor wordt voor de beroepsvaart mogelijk een beperking ingesteld; er kan telkens maar één schip tegelijkertijd de bouwlocatie passeren. In de praktijk zal dit weinig knelpunten opleveren, als zorg gedragen wordt voor een goede communicatie.
De bouwperiode van de keersluizen is circa 2 jaar. De voorziene locaties kennen weinig direct omwonenden. Wel zijn in de nabijheid bij de Donge bedrijven gesitueerd. Deze kunnen hinder en mogelijk een (tijdelijke) verminderde bereikbaarheid ondervinden.

Voor de restopgave die geldt voor de regionale waterkeringen geldt dat lokaal overlast ondervonden kan worden als gevolg van de bouwwerkzaamheden. Dit geldt zowel voor omwonenden als bedrijven. Het herstel van de steenbestorting zal vanaf het water uitgevoerd worden en levert, net als bij alternatief 2, lokaal hinder op voor de scheepvaart.

Hinder tijdens de gebruiksfase
In dit alternatief zullen de keermiddelen bij incidenteel extreem hoog water worden gesloten (naar verwachting met een kans van 1/100 per jaar. Ook zullen er periodiek proef-sluitingen plaatsvinden op geplande (qua vaarbewegingen) rustige momenten. Doorgaande scheepvaart naar de achterliggende wateren is bij sluiting niet mogelijk. Het potentiële invloed gebied voor de scheepvaart is weergegeven in navolgend figuur.



Figuur 8.2 Vaar-netwerk voor de beroepsvaart, ontsloten via de Amertak

In het geval van de extreem hoge rivierstanden dat de keermiddelen dicht gezet worden, zal scheepvaart waarschijnlijk sowieso beperkt of niet toegestaan zijn.

De proefafsluitingen zullen zodanig gepland dienen te worden op momenten dat de scheepvaart intensiteit zo beperkt mogelijk is. Doordat bij de periodieke proefsluiting (jaarlijks) de keermiddelen los van elkaar gesloten kunnen worden (op een ander tijdstip) zal de hinder voor de pleziervaart vrijwel niet aanwezig zijn (voor hen is altijd één doorvaart van/naar de Bergsche Maas beschikbaar). Desalniettemin zal in dit alternatief tijdens de gebruiksfase (zeer) beperkte hinder voor de scheepvaart kunnen ontstaan.

Voor beide alternatieven geldt dat er regulier onderhoud nodig zal zijn aan de vaarweg en de keringen. De alternatieven zijn hierop niet onderscheidend.

Schadeverwachting
De benodigde gronden voor het realiseren van de dynamische keermiddelen en het bijbehorende gemaal zijn beperkt en concentreren zich rondom 2 locaties. Grotendeels betreft dit Rijksgronden, voor zover deze op en/of binnen het huidige watersysteem zijn gelegen.

Langs de (toekomstige) regionale waterkeringen waar een opgave blijft bestaan om piping tegen te gaan, zal indien gekozen wordt voor het aanbrengen van een pipingberm grond van particulieren / bedrijven benodigd zijn. Deze grond zal al naar gelang de wens van het waterschap aangekocht moeten worden of in overleg met de eigenaar opgehoogd worden.

Alternatief 2: Reguliere dijkversterking

Hinder tijdens de aanleg
Tijdens de realisatie zal gewerkt worden aan de primaire waterkeringen langs de vaarwegen. De werkzaamheden zullen zowel vanaf het land als vanaf het water (pontons / werkschepen) uitgevoerd worden. Ter plaatse zal hierdoor tijdelijk voor de beroepsvaart mogelijk een beperking ingesteld; er kan telkens maar één schip tegelijkertijd de locatie waar gewerkt wordt gepasseerd worden. In de praktijk zal dit weinig knelpunten opleveren, als zorg gedragen wordt voor een goede communicatie.

Hinder tijdens de gebruiksfase
In dit alternatief is er geen hinder tijdens de gebruiksfase. Voor beide alternatieven geldt dat er regulier onderhoud nodig zal zijn aan de vaarweg en de keringen. De alternatieven zijn hierop niet onderscheidend.

Schadeverwachting
Over vrijwel de gehele lengte van de primaire waterkeringen zullen maatregelen nodig zijn vanuit de hoogwaterveiligheid. Afhankelijk van de gekozen oplossing, zal grondaankoop van particulieren benodigd zijn. Dit zal ten opzichte van alternatief 1 in veel ruimere mate het geval zijn.

Conclusie (grootste verschillen tussen de alternatieven)
Tijdens de aanlegfase zullen beide alternatieven voor hinder zorgen, voor zowel omgeving als gebruikers van de vaarweg. Bij alternatief DKM is de hinder meer geconcentreerd op één locatie, terwijl in alternatief Dijken over grotere trajecten hinder ervaren zal worden.

Tijdens de gebruiksfase zal alternatief DKM tot beperkte hinder leiden, in geval van geplande proefsluitingen en tijdens afsluiting bij hoogwater. Kanttekening hierbij is dat de waterstand op dat moment dermate hoog is; dat de scheepvaart normaliter al gestemd zal zijn.

Qua schadeverwachting scoort alternatief DKM beter. Voor dit alternatief is minder grondverwerving nodig en zal er minder een beroep gedaan worden op planschade dan in het geval van alternatief Dijken.

8.6 Beheer en onderhoud

Tabel 8.6 De criteria binnen het aspect beheer en onderhoud

Aspect	Criterium
B&O	Aantal kilometer de beheren / onderhouden waterkering
	Periodieke beoordelingsinspanning
	Periodiek onderhoud kunstwerken

Analyse
Beide alternatieven hebben eenzelfde aantal kilometer waterkering die beheerd en onderhouden moet worden. In de praktijk zal de beheer en onderhoudsinspanning voor regionale en primaire keringen niet aanmerkelijk verschillen. De periodieke beoordelingsinspanning voor de primaire kering nog het grootste verschil. Voor alternatief 1 is er aanvullend sprake van het beheer en onderhoud van drie aanzienlijke kunstwerken (keersluizen en gemaal). Nog los van renovatie na 25 / 40 jaar.

Voor het beheer van het gemaal en de dynamische keermiddelen van deze omvang is geen specialistische kennis voor de bediening nodig, anders dan bij andere gemalen van het waterschap (denk aan gemalen als Keizersveer). Wel dient er voldoende extra personeel beschikbaar te zijn gedurende tests en op de momenten tijdens extreem hoogwater.

Conclusie
Alternatief 1 wordt op dit aspect slechter beoordeeld dan alternatief 2.

8.7 Milieueffecten

Onder milieueffecten worden de aspecten bodem en water, archeologie (landschap en cultuurhistorie zijn reeds onder ruimtelijke kwaliteit beschouwd in paragraaf 5.4), natuur, kabels- en leidingen, woon-, werk en leefmilieu en ruimtegebruik beschouwd.

8.7.1 Bodem en water

De gehanteerde beoordelingscriteria zijn in onderstaande tabel opgenomen.

Tabel 8.7 De criteria binnen het aspect bodem en water

Aspect	Criterium
Bodem	Bodemkwaliteit
	Grondverzet
Water	Beïnvloeding van grondwaterstanden en – stromingen
	Areaal oppervlaktewater wat gedempt wordt.
	Beïnvloeding oppervlaktewatersysteem

Alternatief 1: Dynamische keermiddelen met regionale keringen
Voor bodem zijn de effecten van dynamische keermiddelen beperkt tot de pipingmaatregelen. Wanneer er juist op deze locaties bodemverontreinigingen aanwezig zijn, moeten deze (afhankelijk van de maatregel) gesaneerd worden. Dit levert dan een positief effect op. Echter, op basis van het bodemloket (www.bodemloket.nl) zijn er geen verontreinigingen bekend. Voor grondverzet geldt: hoe meer grondverzet, hoe meer transport/hinder, hoe meer belasting voor het milieu, hoe negatiever de beoordeling. Bij de toepassing van dynamische keermiddelen is de hoeveelheid grondverzet sterk afhankelijk van de gekozen pipingmaatregel maar in vergelijk met alternatief 2 beperkter. Daarmee zijn de effecten van grondverzet ook beperkter.

In dit alternatief wordt geborgd dat het peil niet hoger dan +3,00 m NAP kan stijgen in de Amertak en de Donge. Gezien de zeer lage sluitfrequentie zijn de eigenlijke effecten beperkt. De effecten die optreden bij (extreem) hoogwater zijn positief: makkelijkere afvoer uit het achterliggende gebied omdat het waterpeil tot +3,00 m NAP wordt beperkt. De effecten op het grondwater zijn, voor zover ze optreden, verwaarloosbaar. De kweldruk wordt eveneens beperkt met het instellen van een maximaal peil. Afhankelijk van de pipingmaatregel neemt de kwelweglengte toe en reduceert ook de kwelstroom naar het achterland.

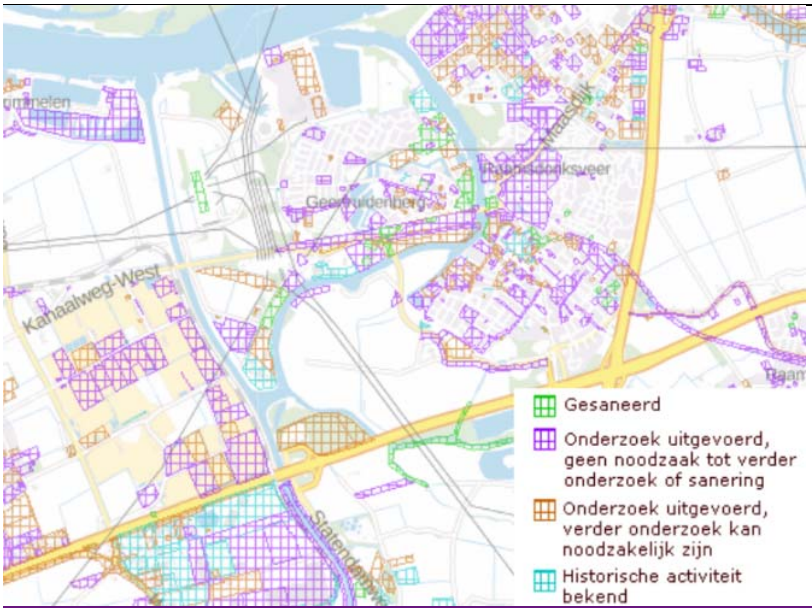
Voor waterkwaliteit (onderdeel van criterium beïnvloeding oppervlaktewatersysteem), en dan vooral de ecologie is het plaatsen van kunstwerken en keermiddelen in principe negatief. Het vormt een obstakel voor bijvoorbeeld vissen, en watersystemen die verbonden zijn worden opeens afgesloten. Echter, de dynamische keermiddelen zullen slechts in zeer uitzonderlijke situaties in werking treden, en dan ook nog met een beperkte duur van 1 tot 4 dagen. Hierdoor zijn de effecten op waterkwaliteit en (aquatische) ecologie te verwaarlozen.

Tabel 8.8 Samenvatting alternatief Dynamische keermiddelen met regionale keringen

Aspect	Criterium	Effect
Bodem	Bodemkwaliteit	Zeer beperkt positief
	Grondverzet	Zeer beperkt negatief
Water	Beïnvloeding van grondwaterstanden en – stromingen	Neutraal
	Areaal oppervlaktewater wat gedempt wordt.	Neutraal
	Beïnvloeding oppervlaktewatersysteem	Zeer beperkt positief

Alternatief 2: Reguliere dijkversterking

Traditionele dijkversterkingen betekent in veel gevallen een versterking in de vorm van grond. Voor het vergelijken van de alternatieven gaan wij er dan ook vanuit dat er bij de versterking van de primaire keringen sprake is van versterking in grond waar het gaat om een stabiliteitsprobleem. De pipingopgave is gezien de grote tekorten niet op te lossen met alleen grond. Gegevens in het bodemloket (www.bodemloket.nl) laten zien dat er op verschillende locaties op de trajecten op of langs de keringen (mogelijke) bodemverontreinigingen aanwezig zijn (zie onderstaande figuur). Bij werkzaamheden aan de keringen moeten deze verontreinigingen gesaneerd worden. Dit leidt tot een positief effect. De precieze omvang van de noodzakelijke saneringen, en daarmee de mate van het positieve effect, is nog onduidelijk.



Figuur 8.3 Locaties uit het bodemloket (bron: www.bodemloket.nl)

Een alternatief in grond heeft beperkte effecten op de grondwaterstanden en grondwaterstromingen. Mogelijk zal de binnendijkse kwel iets afnemen omdat de kwelweglengte toeneemt. Bij constructies in de teen of kruin van de kering, zoals een damwand, treden er zeer lokaal enige effecten op.

Mogelijk moet als gevolg van de dijkversterking oppervlaktewater worden verschoven. Dempen bermsloot en verplaatsen. Het oppervlaktewatersysteem verandert niet bij dit alternatief, met uitzondering van de te dempen watergangen.

Tabel 8.9 Samenvatting alternatief Versterking primaire keringen

Aspect	Criterium	Effect
Bodem	Bodemkwaliteit	Licht positief
	Grondverzet	Negatief
Water	Beïnvloeding van grondwaterstanden en – stromingen	Neutraal
	Areaal oppervlaktewater wat gedempt wordt.	Zeer beperkt negatief
	Beïnvloeding oppervlaktewatersysteem	Neutraal

Conclusie (grootste verschillen tussen de alternatieven)
Het verschil tussen de alternatieven zit voor bodem in de mate van grondwerk wat er plaatsvindt. Dit zit zowel in het aspect bodemkwaliteit (positief effect) als grondverzet (negatief effect). Voor het alternatief Versterking primaire keringen zijn voor bodem de effecten groter. Alternatief DKM scoort daardoor beter.

Voor water geldt dat het alternatief Dijken leidt tot het (in beperkte mate) dempen van watergangen. Het waterschap eist compensatie van het verlies aan berging in het watersysteem en daarmee wordt het netto effect nul. Het alternatief Dynamische keermiddelen met regionale keringen leidt tot een wijziging in het functioneren van het watersysteem bij (extreem) hoogwater. Dit effect is echter uitzonderlijk en van korte duur waardoor de (positieve) effecten klein zijn.

8.7.2 Natuur

Drie verschillende criteria worden in de overwegingen beschouwd. Gezamenlijk dekken deze criteria de belangrijkste natuurwaarden van het gebied.

- Natura 2000-gebieden
- Nationaal natuurnetwerk (en de Brabantse variant NNB)
- Beschermde soorten van de Flora- en faunawet

Tabel 8.10 De criteria binnen het aspect natuur

Aspect	Criterium
Natuur	Natura 2000-gebieden
	Nationaal natuurnetwerk (en de Brabantse variant NNB)
	Beschermde soorten van de Flora- en faunawet

Alternatief 1: Dynamische keermiddelen met regionale keringen
Dit alternatief is lokaal van aard in de aanlegfase. Er liggen geen Natura 2000-gebieden in het achterland van Geertruidenberg. Zodoende zijn alleen effecten op het NNB en/of beschermde flora of fauna te verwachten. De Amertak (inclusief dijken) en Donge zijn onderdeel van de Provinciale NNB en aangewezen als ecologische verbindingszone (EVZ). Uit de provinciale subsidiekaart EVZ's van 2013 blijkt dat het realiseren van deze verbindingszone hoge prioriteit heeft, maar de aanleg nog moet plaatsvinden (door Rijkswaterstaat). Bij beide alternatieven moet de steenbestorting uit de huidige oever vervangen worden en biedt dit een meekoppelkans om de oever ecologisch beter in te richten en de EVZ te realiseren.

Figuur 8.4 Natuurnetwerk Brabant in het plangebied

De te realiseren dynamische keermiddelen staan vooral open behalve in tijden van extreme hoogwaters en tijdens de jaarlijkse proefsluiting. Omdat de keermiddelen bijna altijd open staan is er

geen verlies van migratiemogelijkheden voor vissoorten en soorten als bever en otter. Hoewel de keermiddelen worden gesloten bij extreme hoogwaters, is dat niet het geval bij reguliere hoogwaters. Diverse habitattypen en soorten zijn afhankelijk van dynamische omstandigheden, maar deze worden niet door de aanleg verstoord behalve bij extreme hoogwaters. Omdat extreme hoogwaters van nature een zeldzame gebeurtenis zijn, mag worden verwacht dat habitattypen en soorten wel op reguliere hoogwaters zijn ingesteld. Deze zullen niet verdwijnen. Zodoende worden er hooguit plaatselijke effecten verwacht op natuurwaarden volgens dit alternatief.

Alternatief 2: Reguliere dijkversterking
Werkzaamheden vinden niet plaats langs Natura 2000-gebieden zodat alleen effecten op het NNN (en NNB) en/of beschermde flora of fauna zijn te verwachten. De dijken langs de Amertak ten noorden van de snelweg zijn in het ontwerp natuurbeheerplan 2017 aangewezen als ‘Bloemdijk’. Bloemdijken zijn van belang door het hierop voorkomende glanshaverhooiland en de waarde voor vlinders en zoogdieren. Dijkversterking op deze plaats leidt tot tijdelijke achteruitgang of verlies van dit natuurtype. In de aanlegfase spelen daarnaast effecten van stikstofdepositie en verstoring een rol. Stikstofdepositie veroorzaakt vooral effecten op habitattypen en leefgebieden van soorten, terwijl verstoring vooral een invloed heeft op beschermde diersoorten. Afhankelijk van de omvang van deze effecten en verstoring, dient een Passende Beoordeling opgesteld te worden om deze effecten nader te beschouwen en zo nodig maatregelen te bepalen om significant negatieve effecten te voorkomen.

Conclusie (grootste verschillen tussen de alternatieven)
Vanwege het feit dat de dynamische keermiddelen vooral open staan zijn er weinig effecten op grote schaal bij alternatief 1. Plaatselijk kunnen tijdens werkzaamheden wel enkele natuurwaarden een effect ondervinden maar het is vermoedelijk mogelijk om hiervoor mitigerende maatregelen te treffen. De versterking van de regionale keringen zal voor de nodige verstoring en stikstof depositie zorgen. Naar verwachting is dit beperkter dan alternatief 2 omdat er geen stabiliteitsprobleem en geen hoogt opgave is bij alternatief 1.

Alternatief 2 zorgt in de aanlegfase voor tijdige grootschalige effecten op het gebied van oppervlakteverlies, tijdige schade aan de NNB, stikstofdepositie en verstoring. Qua omvang is dit effect groter dan alternatief 1. Vanuit natuur is alternatief 1 dus het preferente alternatief.

8.7.3 Landschap, cultuurhistorie en recreatie
Landschap (breed begrip) valt samen met ruimtelijke kwaliteit. Daarom verwijzen we hiervoor naar paragraaf 5.4. Ook het onderdeel recreatie is in die paragraaf opgenomen.

8.7.4 Archeologie
De toetsing op hoofdlijnen voor het aspect archeologie vindt plaats op de criteria ‘verwachtingswaarde’ en ‘bekende archeologische waarden’. Voor de toetsing is gebruik gemaakt

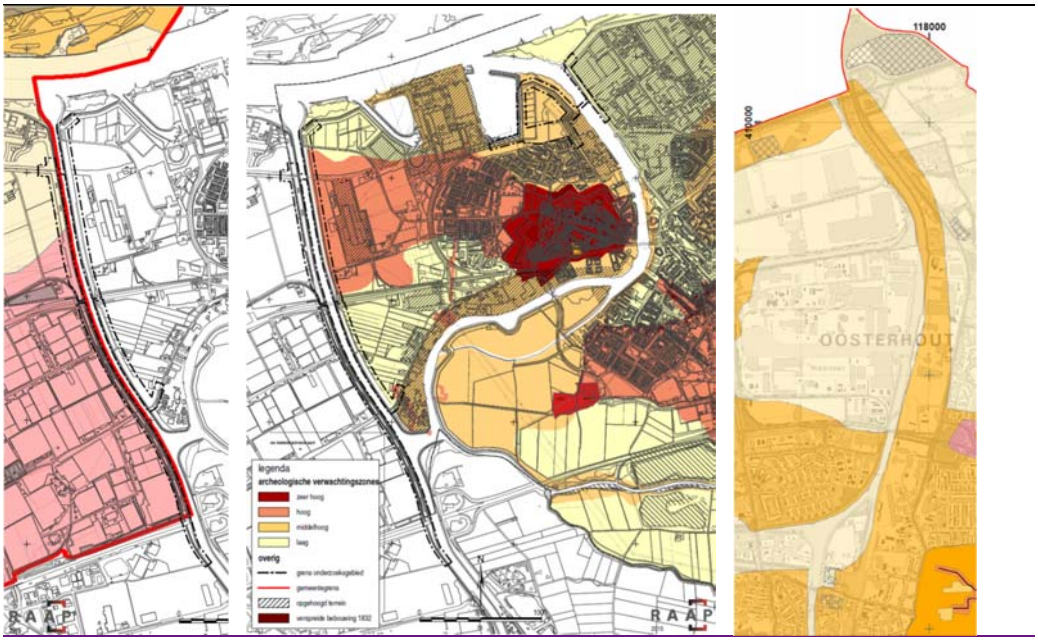
van het archeologisch bureauonderzoek Plangebied Dijkversterking Geertruidenberg en Amertak van Raap (RAAP-notitie 5167, 2015). Het bureauonderzoek beperkt zich echter tot de dijktracés in beheer bij Waterschap Brabantse Delta ten noorden van de A59. Aanvullend is daarom gebruik gemaakt van de Erfgoedkaart van de gemeente Oosterhout.

Tabel 8.11 De criteria binnen het aspect archeologie.

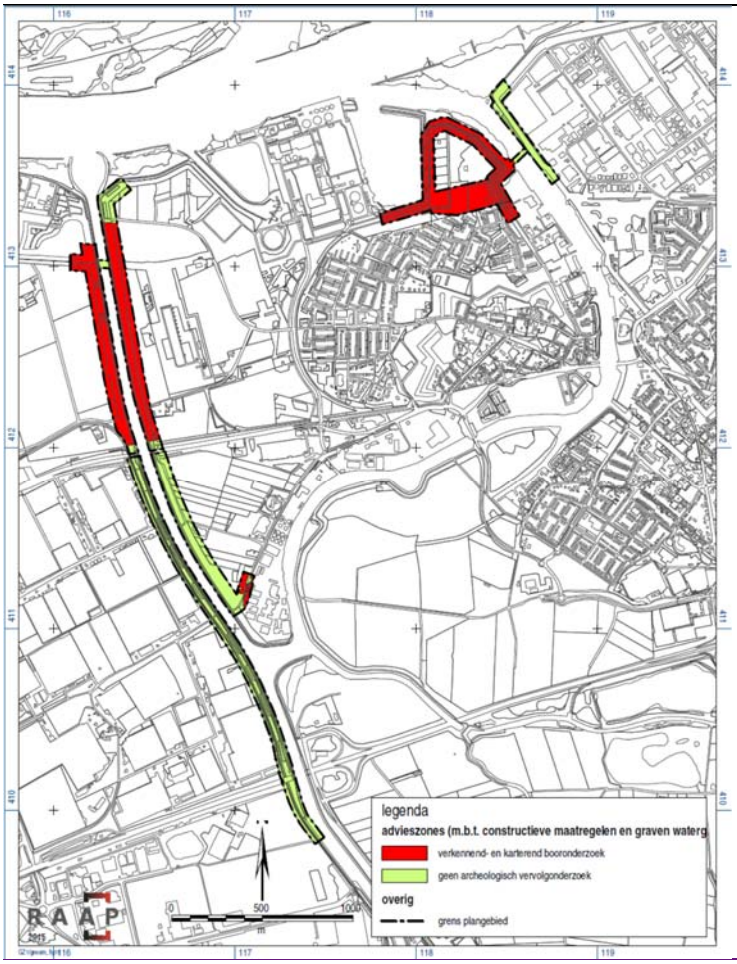
Aspect	Criterium
Archeologie	Verwachtingswaarde
	Bekende archeologische waarden

Bekende archeologische waarden
Binnen het plangebied zijn enkele archeologische vindplaatsen geregistreerd in Archis. Het betreft de waarnemingen 10559, 10561, 45440 en 31333 op grondgebied van de gemeente Oosterhout en één waarneming op grondgebied van de gemeente Geertruidenberg (nr. 46533). Binnen het plangebied zijn echter geen AMK-terreinen gelegen. Het effect op de bekende archeologische waarden is daarmee in beide alternatieven neutraal.

Archeologische verwachtingswaarden
De primaire dijken langs de Bergsche Maas in beheer bij Rijkswaterstaat, maken geen onderdeel uit van het onderzoek. Als gevolg van de grondaanvullingen dan wel constructieve maatregelen kan hier een negatief effect optreden op de archeologische waarden. Dit speelt vooral ter hoogte van het gebied met een hoge verwachtingswaarde direct ten zuiden van de Amercentrale. Dit potentiele negatieve effect is echter niet onderscheidend, aangezien het effect zich in beide alternatieven kan voordoen.



Figuur 8.5 Archeologische verwachtingswaardenkaarten gemeente Drimmelen, Geertruidenberg en Oosterhout



Figuur 8.6 Onderzoeksgebied alternatief Dijken, bij constructieve maatregelen en het graven van watergangen (Bron: Raap, 2015)

Alternatief 1: Dynamische keermiddelen met regionale keringen

Uitgangspunt voor dit alternatief is dat door het bouwen van dynamische keermiddelen in de Amertak en de Donge het achterliggende dijksysteem kan worden afgewaardeerd. De restopgave van de regionale keringen is beperkter in omvang dat een primaire opgave. Dit geldt niet voor de dijken ten noorden van de twee dynamische keermiddelen, hier geldt evenals in alternatief Dijken een potentieel negatief effect op het moment de dijk wordt versterkt met een constructieve oplossing, zoals een damwand. Voor de dijken ten zuiden van de twee dynamische

keermiddelen, geldt dat een versterking niet noodzakelijk is en er daardoor sowieso geen negatief effect op de archeologie te verwachten is. Dit geldt echter niet voor die dijktracés die gevoelig zijn voor piping. Op het moment wordt gekozen voor het aanbrengen van verticaal geotextiel kan de benodigde bodemverstoring alsnog een potentieel negatief effect hebben op de archeologie.
Ten slotte vindt er ter plaatse van de nieuw te bouwen keermiddelen extra bodemverstoring plaats. Vooral in de oostelijke oever van de Amertak (hoge verwachtingswaarde) en de westelijk oever van de Donge (middelhoge verwachting) leidt dit mogelijk tot een negatief effect op de archeologie.

Alternatief 2: Reguliere dijkversterking
Uitgangspunt voor dit alternatief is dat alle dijken binnen het systeem/plangebied op termijn worden versterkt om aan de toetsingsnormen te kunnen voldoen. Uit het archeologisch bureauonderzoek (Raap, 2015) blijkt dat de versterking (door middel van constructieve maatregelen) leidt tot een potentieel negatief effect ter plaatse van gebieden met een hoge dan wel middelhoge verwachtingswaarden. Voor de delen binnen het plangebied met een verhoogde archeologisch verwachtingswaarde (zie figuur 1) dient (op het moment constructieve maatregelen worden toegepast en/of er nieuwe watergangen gegraven worden) aanvullend archeologisch onderzoek uitgevoerd te worden. Op basis van dit onderzoek kan specifieker worden vastgesteld of en waar de dijkversterking leidt tot een negatief effect. Op voorhand kan worden gesteld dat wanneer gekozen wordt voor een dijkversterking op basis van grondaanvulling het effect op de archeologie zeer beperkt is en aanvullend onderzoek niet noodzakelijk is.

Conclusie
Voor het aspect archeologie geldt dat deze niet onderscheidend is in de keuze voor één van de twee alternatieven. Enerzijds is het onderzoeksgebied voor alternatief Dynamische keermiddelen (en daarmee de kans op negatieve effecten) kleiner dan bij het alternatief Dijken (zie figuur 2, waarbij wordt opgemerkt dat dit onderzoeksgebied uitgebreid dient te worden met de middelhoge verwachtingszone in de gemeente Oosterbeek). Op het moment gekozen wordt voor een versterking door middel van een technische constructie (damwanden, verticaal geotextiel et cetera) heeft alternatief DKM een lichte voorkeur gezien de omvang van het potentiele effectgebied. Anderzijds leidt het alternatief Dynamische keermiddelen lokaal tot een omvangrijkere verstoring van de ondergrond, waardoor specifiek ter plaatse van de te bouwen sluizen, alsnog een negatiever effect op de archeologie kan optreden. Op dit moment is echter nog niet duidelijk op welke locaties op welke wijze versterkt gaat worden.

8.7.5 Kabels en leidingen

Tabel 8.12 De criteria binnen het aspect kabels en leidingen

Aspect	Criterium
Kabels en Leidingen	Verwachte conflicten kabels en leidingen

In het gebied zijn ondergrondse infrastructuur (kabels, leidingen, et cetera) en/of objecten (bijvoorbeeld niet gesprongen explosieven WO II) aanwezig die aangepast of verwijderd dienen te worden. Denk hierbij ook aan warmtenet systemen; waarbij buisleidingen door/onder de keringen heen lopen vanaf de Amercentrale naar de westelijk gelegen kassengebied.

Het is van belang om in de verkenningsfase rekening te houden met de effecten van alle leidingen op de versterkingsopgave. Bij een dijkversterking dient er rekening mee te worden gehouden dat alle leidingen aan de NEN3651 moeten voldoen na het afronden van de werkzaamheden. Voor kabels geldt dat de invloed kleiner is mits ze niet zijn aangelegd in een mantelbuis.

Op het aspect kabels en leidingen scoort alternatief 1 licht positief omdat de maatregelen van alternatief 2 meer ruimte innemen en daardoor potentieel meer kabels en leidingen en ondergrondse objecten raken. Dit komt doordat in alternatief 2 uiteindelijk meer hoogte benodigd is en er bredere pipingbermen aangelegd worden en daarmee naar verwachting eerder een conflict ontstaat met de ondergrondse infrastructuur.

8.7.6 Woon- werk en leefmilieu

De effecten dit optreden bij het thema leefmilieu zijn alleen tijdelijk. Gedurende de aanleg van dynamische keermiddelen of dijkversterkende maatregelen is lawaai en stof afkomst van bouwwerkzaamheden.

Voor leefmilieu wordt in algemene zin geïnventariseerd wat de mogelijke geluidbelasting is en hoeveel geluidgehinderden daar mogelijk uit volgen, ook wordt onderzocht wat het effect is op de luchtkwaliteit.

Tabel 8.13 De criteria binnen het aspect woon- werk en leefmilieu

Aspect	Criterium
Woon- werk en leefmilieu	Geluid (tijdelijke effecten)
	Luchtkwaliteit (tijdelijke effecten)

Alternatief 1: Dynamische keermiddelen met regionale keringen
Bij het alternatief dynamische keermiddelen wordt op twee puntlocaties langdurig gewerkt aan de dynamische keermiddelen, in dit geval de keersluizen. Het betreft zowel grondwerkzaamheden maar ook funderingswerkzaamheden zoals heiwerkzaamheden. Binnen 200m (zie volgende figuur) vanaf de mogelijke locaties staan echter geen woningen, de verwachting is daarom dat gedurende de aanleg acceptabele waardes voor geluid en luchtkwaliteit bij de woningen behaald kunnen worden.

Verder zullen verspreid een aantal verbetermaatregelen aan de regionale keringen moeten worden doorgevoerd, waarbij nog enkele woningen hinder kunnen ondervinden. Door de aanleg van dynamische keermiddelen zijn in de toekomst minder versterkingen nodig op de achterliggende dijktrajecten, waardoor de overlast beperkt kan blijven.

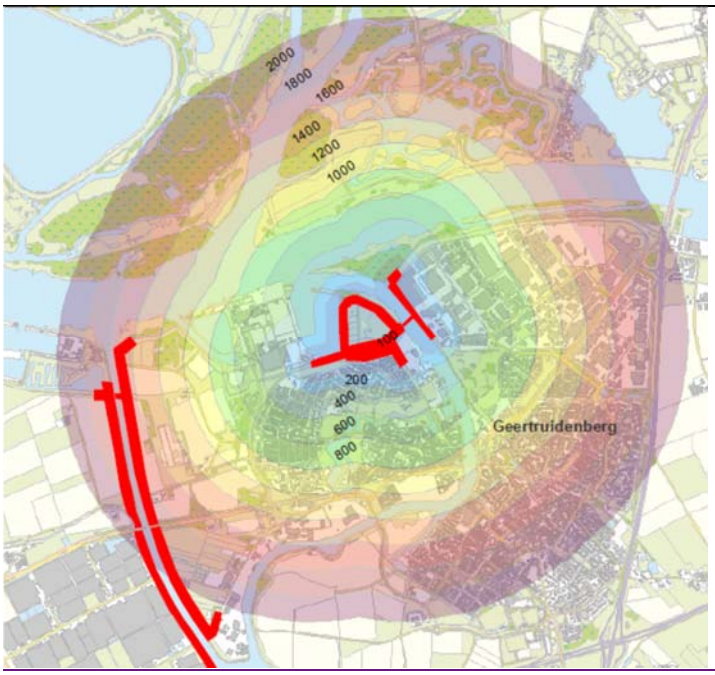
Figuur 8.7 Locatie keersluizen en 200m en 400m contour

Alternatief 2: Reguliere dijkversterking
Voor de dijkversterking van de Amertak (noordkant) en de Slikpolder heeft Grontmij een quickscan onderzoek uitgevoerd naar de lucht- en geluidaspecten (Dijkversterking Geertruidenberg en Amertak conditioneringsonderzoek lucht- en geluidsaspecten, 2015). Voor het voorliggend onderzoek wordt echter het hele systeem beoordeeld, inclusief de zuidelijke dijktrajecten in Oosterhout. Omdat de werkzaamheden aan de dijken in het zuidelijk plangebied van vergelijkbare aard zijn, is gebruik gemaakt van bovengenoemd onderzoek. Daarbij komt dat rondom de zuidelijke dijktrajecten bijna overal bedrijventerreinen liggen (met uitzondering van de woningen in de wijken Vrachelen Zuidoost (Vrachelsedijk) en Vrachelen Noord (Erik Pinksterblomstraat)), waardoor de afstand tot de woningen relatief groot is. Bovendien hebben

de bedrijfsgebouwen een afschermende werking voor de achterliggende woningen. In een latere fase kan gedetailleerd onderzoek uitwijzen hoeveel woningen exact hinder ondervinden.

Uit de quickscan analyse kan worden opgemaakt dat er ten tijde van de werkzaamheden overschrijdingen kunnen worden verwacht van de maximaal toelaatbare grenswaarde van 80 dB(A). Met name de heiwerkzaamheden leiden tot grote geluidsbelastingen. De (te) hoge geluidsbelasting ten gevolge van grondwerkzaamheden zal waarschijnlijk alleen bij een verspreid liggende woning aan de orde zijn (rondom de Amertak staan bijv. ook weinig woningen).

Een nader gedetailleerder onderzoek moet uitwijzen in hoeverre daadwerkelijk sprake is van overschrijdingen van de blootstellingsduur dan wel met welke stille(re) technieken zou kunnen worden voldaan aan de grenswaarden uit het bouwbesluit. Ook biedt een verdere verfijning van het plangebied en het in te zetten materieel waarschijnlijk al enige soelaas en is de verwachting dat ten aanzien van de grondwerkzaamheden voldaan zal worden.



Figuur 8.8 Locatie dijkversterkingen vanuit LTR3 scope in het rood. De cirkels geven de geluidscontouren weer die ontstaan tijdens de realisatiefase van de dijkversterking bij de Donge en rondom de Slikpolder (Bron: Grontmij, 2015)

Lucht
Uit de quickscan blijkt dat bij een worst-case situatie het plan niet leidt tot overschrijdingen van de grenswaarden. Wanneer de maximale concentratiebijdragen van het plangebied worden opgeteld bij de hoogste achtergrondconcentraties blijkt dat er geen overschrijdingen optreden van de jaargemiddelde concentraties. Bij nadere invulling van het plan zullen de emissiebronnen meer verspreid over het gebied en verspreid over de tijd hun werkzaamheden uitvoeren. De maximale concentraties zullen dan ook lager uitvallen. Het is hoogst onwaarschijnlijk dat bij het berekenen van de luchtkwaliteit voor de gedetailleerde uitwerking van het plan, de grenswaarden voor de luchtkwaliteit in de omgeving van het plangebied worden overschreden. Voor het zuidelijk deel van het plangebied is eenzelfde conclusie te verwachten, gezien de afstanden tot bebouwing.

Conclusie
De effecten zijn van tijdelijke aard. Wanneer de juiste bouwnormen worden gehanteerd en gemonitord, is voor beide situaties een acceptabel tijdelijke situatie voor leefmilieu te creëren. Gedurende de bouw kunnen verschillende mitigerende maatregelen worden toegepast om de effecten te verminderen.

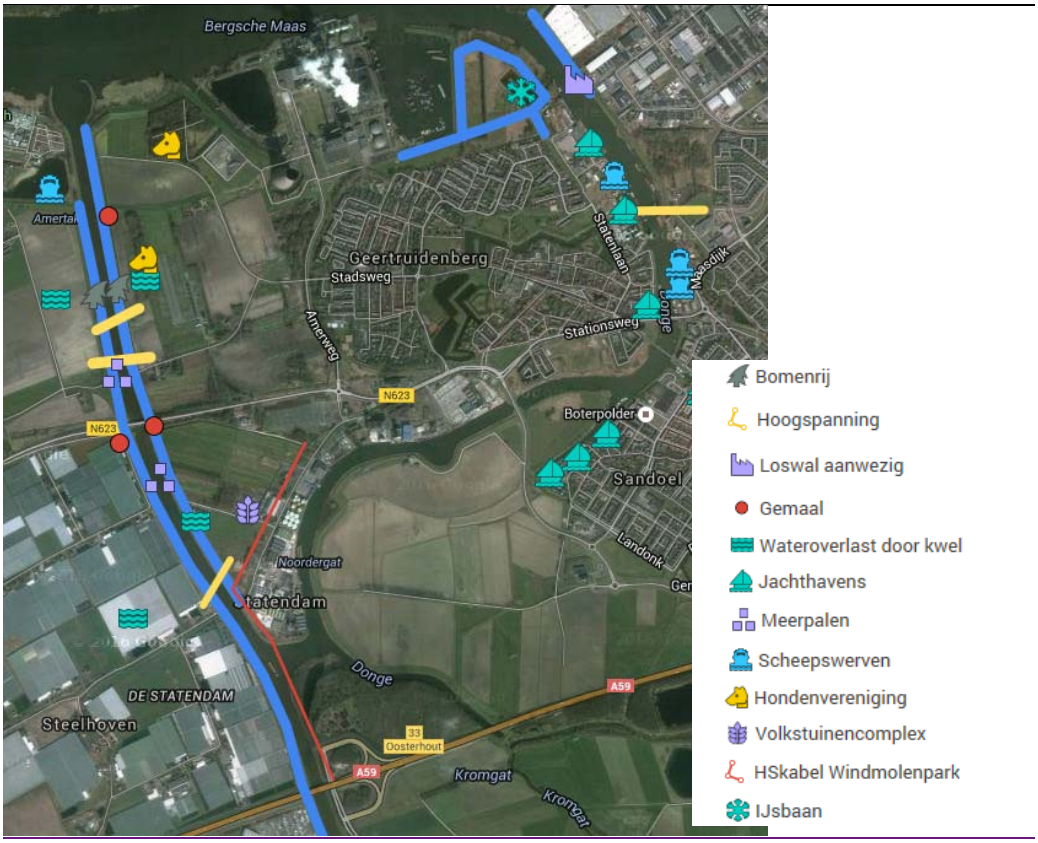
Het grootste verschil tussen de alternatieven komt voort uit de ruimtelijke spreiding van de effecten. Bij het alternatief dynamische keermiddelen vinden veel werkzaamheden plaats op twee puntlocaties (met uitzondering van enkele maatregelen in het buitengebied aan de regionale keringen). Voor de dijkversterkingen vinden op veel meer plekken werkzaamheden plaats, al zijn die mogelijk niet overal even intensief. Ook moet ik de toekomst mogelijk vaker gewerkt worden aan de dijkversterkingen. Naar verwachting treden daarom relatief meer tijdelijke effecten op bij het alternatief dijkversterkingen. Ten aanzien van de heiwerkzaamheden zal in ieder geval een gedetailleerd inzicht nodig zijn om de eventuele mate van overschrijding te bepalen.

8.7.7 Ruimtegebruik
Kenmerkend voor het plangebied en de directe omgeving zijn de vesting van Geertruidenberg, de Amercentrale (kolen elektriciteitscentrale) inclusief de hoogspanningsverbindingen daar naar toe, de scheepsbouw en de jachthavens. Voor ruimtegebruik wordt gekeken naar het ruimtebeslag van de alternatieven en de effecten op de functies in het gebied.

Alternatief 1: Dynamische keermiddelen met regionale keringen
Het ruimtegebruik van de dynamische keermiddelen beperkt zich tot twee puntlocaties en mogelijke locaties waar de achterliggende regionale keringen verbeterd moeten worden. Het keermiddel in de Amertak kan naar verwachting geplaatst worden zonder beperkingen. Ter plaatse van de recreatiehaven De Biesbosch aan de westkant van de Amertak ligt een opening in de dijk. Nader onderzoek naar de exacte plaatsing van de keersluis is nodig om vaartuigen niet onnodig te beperken met manoeuvreren.

De exacte locaties van de keermiddelen dienen bij de verdere planuitwerking te worden bepaald. Ter plaatse van de voorziene locatie in de Donge is aan de oostelijke oever een loswal gesitueerd. Deze kan hierdoor mogelijk geraakt worden, wat als een negatief effect wordt beschouwd.

Resterende maatregelen aan de regionale keringen betreffen piping maatregelen die een tijdelijke verstoring maar geen grootschalige permanente verandering met zich meebrengen. Deze opgave is gelijk aan de pipingmaatregel voor alternatief 2.



Figuur 8.9 Functies in projectgebied

Alternatief 2: Reguliere dijkversterking

De mogelijke maatregelen die uitgevoerd worden en ruimte nodig hebben zijn onder te verdelen in:

- Grondoplossingen: het versterken van de dijk door deze met grond te verhogen/verbreden. Dit kan aan binnendijkse of op enkele locaties aan de buitendijkse zijde
- Constructieve oplossingen in combinatie met grond: bijvoorbeeld een damwand, wanneer de beschikbare ruimte beperkt is
- Innovatieve oplossingen waaronder een verticaal Geotextiel (zanddicht doek)

Vooral voor het verhogen in grond en het stabiliseren van de dijk is ruimte nodig, er zijn een drietal opties mogelijk. Binnenwaarts, recht omhoog (dit wordt 'vierkant versterken' genoemd) en buitenwaarts.

Het ruimtegebruik van het alternatief dijkversterkingen betreft het gehele plangebied van primaire keringen. Er is grondverzet rondom de bestaande dijken voor stabiliteitsbermen en op langere termijn de hoogte opgave. Er liggen ter plaatse vooral bedrijventerrein, negatieve effecten daarop zijn niet uit te sluiten. Bij lokale knelpunten en ruimtegebrek kunnen er ruimte-efficiëntere maatregelen/constructies worden bedacht, zodat de dijkversterking geen belemmering vormt voor bestaande functies in het plangebied (zoals de bedrijventerreinen).

Conclusie
De dynamische keermiddelen hebben in potentie een negatief effect op de loswal in de Donge en de vaarroute vanuit de jachthaven Biesbosch aan de westkant van de Amertak. Dit is een impassingsopgave waar nader aandacht aan besteed moet worden.

Voor het alternatief 2; Reguliere dijkversterking is meer ruimte nodig dan voor de regionale restopgave. Vooral ter plaatse van bedrijventerreinen. Hoewel maatwerk per locatie een oplossing kan bieden, zal alternatief 2 meer ruimtebeslag hebben en treden er meer effecten op in het plangebied als gevolg van de stabiliteitsopgave dien alternatief 1 niet kent.

8.8 Omgeving

Het beoordelingscriterium ‘omgeving’ is een verzameling van verschillende reeds besproken criteria. Alle meekoppelkansen en verzamelde KES zijn toepasbaar op alternatief 1. De dynamische keermiddelen houden een verdere waterstandstijging in het gebied buiten de deur. Dit is voor alle betrokken partijen positief. Alternatief 1 brengt echter aanzienlijke onzekerheid met zich mee (zie ook paragraaf 8.9) ten aanzien van het rendement van de investering (vermeden versterkingskosten). Het waterschap staat met deze onzekerheid kritisch ten opzichte van alternatief 1.

8.9 Bandbreedtes / onzekerheden

Tabel 8.14 Bandbreedte en onzekerheden in de opgave

Alternatief 1: DKM	Alternatief 2: reguliere dijkversterking
De pipingopgave is zeer groot en blijft aanwezig. Meer inzicht in de bodemopbouw kan de opgave iets verkleinen indien trajecten niet gevoelig voor piping blijken.	De pipingopgave is zeer groot en blijft aanwezig. Meer inzicht in de bodemopbouw met 1e beoordelingsronde kan de opgave verkleinen indien trajecten niet gevoelig voor piping blijken.
Door de aftopping is de hoogteopgave stabiel en zeer beperkt.	De hoogteopgave is afhankelijk van de klimatologische wijzigingen. De invulling van de maatregel is sterk locatiespecifiek. De opgave kent hiermee een grote bandbreedte
De regionale status stelt lagere eisen aan de stabiliteit waardoor de keringen net wel voldoen aan de vereisten. De stabiliteitsopgave is sterk afhankelijk van de bodemopbouw. In deze analyse zijn conservatieve aannames gedaan. Nader inzicht in de bodemopbouw geeft hierover uitsluitsel	De stabiliteitsopgave is sterk afhankelijk van de bodemopbouw en de ontwikkeling in de waterstand. met de 1e beoordelingsronde komt inzicht in de bodemopbouw. Dit geeft duidelijkheid over de definitieve opgave op middellange termijn
Sluitpeil DKM. Bij een lager sluitpeil worden de buitendijkse bedrijventerrein ontzien. Echter neemt sluitfrequentie en de hinder door stremming van scheepvaart toe. De kosten van de keermiddelen nemen toe doordat dubbele keermiddelen benodigd zijn.	

8.10 Conclusie kwalitatieve beoordeling

Het alternatief Dynamische keermiddelen (alternatief 1) geeft houvast voor veel ruimtelijke initiatieven en biedt ruimte voor verdere investeringen in het gebied zoals verdere bedrijvigheid en woningbouw. Alternatief 1 reduceert de toekomstige opgaven en de nu voorliggende opgave voor de waterkering. Alternatief 1 vraagt om een grotere beheer en onderhoudsinspanning als gevolg van de strenge eisen ten aanzien van betrouwbaarheid en beschikbaarheid. De waterbergingscapaciteit van het beneden-rivierengebied wordt verkleind. De baten van alternatief 1 worden dus vooral door de omgeving genoten terwijl de lasten bij het waterschap en hwbp komen te liggen. Vanuit kwalitatief oogpunt scoort alternatief 1 wel beter dan alternatief 2.

9 Kosten

9.1 Basis voor financiering

Voor de financiering van dijkversterkingsprojecten hanteert het HWBP een aantal eisen. Eén van deze eisen is dat de versterking 'Sober en Doelmatig' moet zijn (zie onderstaande tekstkader voor de definitie volgens het HWBP). Aanleiding van deze nota is te onderzoeken of de aanleg van dynamische keermiddelen ertoe kan leiden dat de totale investeringsopgave voor langjarige versterking van de achterliggende dijken kan worden beperkt. Tevens is de nota erop gericht voldoende grondslag te bieden om op systeemniveau een principekeuze te kunnen maken voor het al dan niet aanleggen van dergelijke keermiddelen.

Toelichting op 'Sober en doelmatig' volgens het HWBP:

Wat is sober?

Sober betreft die maatregelen die minimaal noodzakelijk zijn om de kering weer aan de veiligheidsnorm te laten voldoen. Enkel die kosten komen in aanmerking voor financiering. Wettelijke inpassingskosten (locatiespecifieke maatregelen) maken hier onderdeel van uit; maatregelen voor het behalen van nevendoelstellingen niet. De financiering van nevendoelstellingen (uit andere bronnen) dient inzichtelijk te worden gemaakt in de aanvraag. Bij vervangingsinvesteringen zijn alleen kosten voor ontwerpaanpassingen als gevolg van wijziging en/of ontwerpcriteria van randvoorwaarden subsidieerbaar (par 3.2 van de toelichting financieringsregeling).

Wat is doelmatig?

Doelmatig houdt in dat de totale kosten van een primaire kering gedurende de gehele levensduur worden geminimaliseerd. Anders dan bij het HWBP2 dient binnen het Hoogwaterbeschermingsprogramma LCC toegepast te worden. Door de kosten binnen de hele levenscyclus te beschouwen, leidt de toepassing van de LCC-benadering tot een doelmatig ontwerp. De mate van detaillering en uitwerking van ontwerpen en ramingen dient voldoende te zijn om een onderbouwde ontwerpkeuze te kunnen maken. Door deze benadering wordt aan de beheerders ruimte en vrijheid geboden om tot doelmatige oplossingen te komen teneinde aan de wettelijke veiligheidsnorm te kunnen voldoen. Aanleg van bijvoorbeeld maatregelen in voor- en achterland van de kering kunnen voor subsidie in aanmerking komen indien dit de meest doelmatige oplossing is om aan de norm te voldoen.

Bron:
http://www.hoogwaterbeschermingsprogramma.nl/Programma/Veelgestelde+vragen/default.aspx

9.2 Doel van de kostenraming

Zoals aangegeven wordt middels deze nota een handvat geboden voor een principiële keuze voor de meest sober en doelmatige oplossing voor de waterveiligheidsopgave op systeemniveau. Het verschil in de te verwachten investeringsopgave voor beide scenario's vormt daarbij een belangrijke leidraad voor de keuze.

Doel van de kostenraming binnen deze studie is inzicht te bieden in het verschil in investeringsopgave tussen beide alternatieven. Om het verschil enigszins te kunnen duiden is tevens inzicht nodig in de orde grootte van de te verwachten investering van beide alternatieven.

Bezien vanuit bovengenoemde doelstelling wordt in deze nota inzicht gegeven in de belangrijkste kostenposten (ten behoeve van totale investeringsopgave) voor beide alternatieven en worden investeringen die voor beide alternatieven gelden buiten beschouwing gelaten. Deze zijn immers niet onderscheidend (verschil in investeringsopgave).

9.3 Kostenbepaling

9.3.1 Algemeen

De verschillen in de totale investeringsopgave van de beide alternatieven wordt in principe bepaald door de volgende 3 elementen:

1. Kosten dijkversterking
2. Kosten dynamische keermiddelen
3. Kosten gemaal

In onderstaande paragrafen wordt ingegaan op de werkwijze per onderdeel.

9.3.2 Kostenbepaling dijkversterking

Waterschap Brabantse Delta heeft in de fase vóór de verkenningenfase al reeds indicatief onderzoek verricht naar de haalbaarheid van de aanleg van dynamische keermiddelen. Daartoe zijn enkele scenario's opgesteld [3] waarvoor KOSWAT berekeningen zijn gemaakt van de te verwachten kosten. De scenario's voor de versterkingsopgave waren daarbij gebaseerd op de Basisveiligheidsanalyse [8].

Na de eerdere KOSWAT verkenning van het waterschap is een nadere Veiligheidsanalyse beschikbaar gekomen [11] waarmee beter inzicht ontstaat in de versterkingsopgave voor de eerder afgekeurde LTR3 dijken. Voor deze studie zijn de laatste inzichten uit de nadere veiligheidsanalyse verwerkt in de eerder opgestelde KOSWAT analyse. Daarbij moet het volgende in gedachten worden gehouden:

De waterkeringen binnen het systeem, circa 30 km, zijn onder te verdelen in twee categorieën:

- Waterkeringen binnen versterkingsopgave Geertruidenberg - Amertak (7 km)
  Voor deze waterkeringen is een Veiligheidsanalyse [1] uitgevoerd, waarmee de opgave in beeld is
- Waterkeringen buiten versterkingsopgave Geertruidenberg - Amertak (19 km)
  Voor deze waterkeringen is geen Veiligheidsanalyse uitgevoerd, daarmee is de opgave niet in beeld. Voor de kosteninschatting is de opgave voor de drie kostenbepalende faalmechanismen (hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts en piping) bepaald op basis van een grove analyse. Algemeen geldt dat we voor keuzes en uitgangspunten zo veel mogelijk de lijn van de Veiligheidsanalyse en het OI2014v3 [8] aanhouden

Voor alle dijken (30km) is een inschatting gemaakt van de versterkingsopgave voor de situatie dat deze keermiddelen een regionale status krijgen én voor de situatie dat de keermiddelen de primaire status behouden. Daarnaast is voor de situatie dat de dijken hun primaire status behouden onderscheid gemaakt in de versterkingsopgave uitgaande van verschillende zichtjaren (2020, 2070 en 2120). Dit onderscheid maakt het mogelijk versterkingsopgave te spreiden over de tijd en zo tot een beter LCC resultaat te komen (zie paragraaf 9.7). Een nadere beschrijving van de werkwijze en het oordeel van de versterkingsopgave is opgenomen in Bijlage 1.

9.3.3 Kostenbepaling Dynamische keermiddelen

Het waterschap Brabantse Delta heeft eerder SSK kostenramingen laten opstellen voor de aanleg en gebruik van dynamische keermiddelen [4]. Daarin zijn de kosten van een tweetal principeoplossingen bepaald:

- Aanleg van 2 keersluizen met puntdeuren (enkelstrooks vaarwegprofiel)
- Aanleg van 2 keersluizen met roldeuren (normaal vaarwegprofiel)

Een samenvatting van de SSK raming van beide principeoplossingen is overgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 9.1 SSK-raming keermiddelen [4]

Oplossing	Investeringskosten		Levensduurkosten		LCC	
	Absoluut	NCW	Absoluut	NCW	Absoluut	NCW
Principe oplossing 1. Twee keersluizen met een punt en smal vaarwegprofiel	26.128	25.686	27.819	6.548	53.947	32.234
Principe oplossing 2. Twee keersluizen met een roldeur en normaal vaarwegprofiel	36.572	35.954	36.483	8.675	73.056	44.629

Voor deze studie is gebruik gemaakt van een combinatie van de eerder doorgerekende kostenramingen. Daarbij is voor de Amertak rekening gehouden met toepassing van een keersluis met roldeur waardoor het zogeheten Normaal profiel in de vaarweg kan worden gehandhaafd (Principe oplossing 2 uit bovenstaande tabel). Met deze oplossing zouden 2 schepen elkaar kunnen passeren op het moment dat zij de keermiddelen passeren.
Voor de Amertak wordt in deze studie gekozen voor een smallere doorvaartopening (enkelstrooks profiel cf RW2011) waarvoor uit eerdere studie volgt dat een puntdeur het meest geëigende keermiddel is. Dit keermiddel is onder normale omstandigheden eenvoudig passeerbaar voor grote schepen, echter niet voor 2 elkaar passerende schepen.

De kostenramingen voor beide kunstwerken [4] zijn binnen deze studie overgenomen.

9.3.4 Kostenbepaling Gemaal

Werkwijze
In de waterstandsanalyse van HKV [9] is onderzoek gedaan naar de benodigde capaciteit van een gemaal indien de keermiddelen sluiten. In onderstaande kader is een deel van de conclusie overgenomen aangaande de benodigde pompcapaciteit in het geval de keermiddelen worden gesloten.

- Indien wordt uitgegaan van volledige correlatie tussen waterstanden op de Bergsche Maas en afvoer van het Wilhelminakanaal kan grofweg gesteld worden dat de benodigde pompcapaciteit om de waterstand beneden NAP+3,0 m te houden gelijk is aan de maximale afvoer op het Wilhelminakanaal. Voor een T=100 situatie leidt dit tot een benodigde pompcapaciteit van circa 40 m^3/s.

- Onder aanname van *afwezigheid* van correlatie tussen buitenwaterstand en afvoer van het Wilhelminakanaal is benodigde pompcapaciteit eveneens grofweg gelijk aan de piekafvoer van het kanaal.

Voor een oppervlaktewater-gemaal zijn de bouwkosten voor het overgrote deel afhankelijk van de capaciteit, opvoerhoogte is daarbij van ondergeschikt belang. Immers: het bouwvolume (van de onderbouw) is maatgevend voor de kosten en wordt bepaald door de capaciteit. Tauw beschikt over een database van nieuwbouw van gemalen over de laatste 20 jaar. In deze database is bijgehouden wat de belangrijkste parameters zijn met de bijbehorende bouwkosten. Vanuit deze brongegevens kan een indicatieve berekening van de bouwkosten worden gemaakt voor elk willekeurig ander gemaal.

Investeringskosten

Op grond van de conclusie uit de waterstandsanalyse [9]zijn voor het gemaal de volgende kostenbepalende uitgangspunten geformuleerd:

- Capaciteit : 40 m^3/sec
- Peil Amer tijdens sluiten kering : NAP +3,00 m
- Gelijktijdig peil Bergsche Maas (max) : NAP +4,00 m (1 x 100 jr)
- Statische opvoerhoogte : 1 mWk
- Draaiuren : 2 x per jaar 0,5 dag (testen / proefdraaien)

De investeringskosten voor het gemaal zijn overgenomen in de SSK raming voor het alternatief Dynamisch keermiddel.

Onderhoud en vervanging

Per onderdeel worden de volgende levensduurcycli aangehouden:

- Civiele constructies : 100 jaar
- Werktuigbouwkundige onderdelen : 50 jaar
- Elektrotechnische onderdelen : 30 jaar
- Procesautomatisering : 15 jaar

Toelichting op bovenstaande:

- Normaal gesproken worden kortere termijnen aangehouden voor de W- en E-gerelateerde onderdelen. Vanwege de lage gebruiksfrequentie zijn hier langere termijnen aangehouden
- Voorwaarde is wel dat de installatie periodiek beproefd wordt om stilstandsschade te voorkomen (corrosie, vastzitten van lagers, et cetera)

Meerkosten voor extra pompcapaciteit

De kosten zijn bepaald op grond van de benodigde capaciteit op grond van de waterstandsanalyse. Indien wordt besloten voor een aanvullende capaciteit (bv ondervangen onzekerheidstoeslag), dient voor deze investering gerekend te worden met een navenante toeslag op de bouwkosten als de toename in capaciteit. Zo zal een gemaal met een pompcapaciteit van 45 m^3/s circa 10 % hoger uitvallen dan de hier gehanteerde kosten voor een gemaal van 40 m^3/s.

9.4 LCC-methodiek

Om te komen tot een sober en doelmatige oplossing is per alternatief bekeken in hoeverre investeringen kunnen worden uitgesteld. Daarbij is uitgegaan van het volgende investeringsschema:

	Alternatief				
Investeringsjaar	Dijken		Keermiddelen		
	Dijkopgave		Dijkopgave	Keermiddel	Gemaal
2120 … … …					
2070	Restopgave (primair, zichtjaar 2120)				
… … … 2032 2031					
2030	Overig urgent (primair, zichtjaar 2070)		LTR3 opgave (regionaal + (zichtjaar 2020, regionale belasting)		
… … 2022 2021					
2020	LTR3 opgave (primair, zichtjaar 2070)		LTR3 opgave (regionaal + (zichtjaar 2020)	Aanleg	Aanleg

In de kostenopstelling zijn eveneens onderscheidende beheer en onderhoudskosten meegenomen. Het betreft hier voornamelijk regulier onderhoud en groot (vervangings)onderhoud van de keermiddelen en het gemaal.

In de bijlage van deze nota zijn de SSK ramingen voor de verschillende varianten opgenomen:

Bijlage 2 Alternatief Keermiddelen
Bijlage 3 Alternatief Dijken
Bijlage 5 Alternatief Keermiddelen (uitstel tot 2030)

9.5 Contante waarde berekening

De geraamde kosten zijn conform de SSK systematiek in een totaalraming geplaatst. Daarbij is ook een contante waarde (CW) berekening gemaakt ter vergelijk van beide alternatieven. Voor de CW berekening is een discontovoet van 2,5 % gebruikt.

Voor de MKBA is eveneens gebruik gemaakt van de SSK raming. In de MKBA wordt echter, volgens vigerende richtlijnen, gerekend met een discontovoet van 4,5 %. Tevens worden in deze berekening ook overige (maatschappelijke) kosten en baten meegenomen.
Er ontstaat daarmee een (onvergelijkbaar) verschil tussen de SSK raming en de MKBA. De beide ramingen dienen derhalve niet verward te worden.

9.6 Resultaten kostenraming en Contante waarde

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de kostenraming en contante waarde berekeningen voor de versterkingsalternatieven opgenomen. Samenvatting van de ramingen zijn opgenomen in bijlage 3 en 4 voor respectievelijk alternatief 1 (DKM) en alternatief 2 (Reguliere dijkversterking).

Tabel 9.2 Investeringskosten, levensduurkosten en LCC (periode t/m 2120)

Alternatief	**Investeringskosten**		**Levensduurkosten**		**LCC (CW)**	
	Absoluut	CW	Absoluut	CW	Absoluut	CW
1: Dynamische keermiddelen	EUR 80	EUR 75	EUR 60	EUR 26	EUR 140	EUR 96
2: Dijken	EUR 5	EUR 5	EUR 69	EUR 39	EUR 74	EUR 44

*) Bedragen in miljoenen euro

NB: Deze tabel bevat slechts investeringskosten op basis van SSK-ramingen. Deel C van dit document bevat de integrale MKBA conform vigerende richtlijnen.

9.7 Alternatief 3 ‘bewust uitstellen van een besluit rondom de DKM’

De bepaling van de veiligheidsopgave is voor een belangrijk deel van de keringen uitgevoerd op basis van een beperkte set aan (hoogte) gegevens en enkele aannames ten aanzien van de bodemopbouw. Hierbij heeft onder meer de nadere veiligheidsanalyse voor het in de verlengde LTR3 afgekeurde dijktraject als voorbeeld gediend. Vervolgens is een onderbouwde inschatting van de kosten gemaakt op basis van kentallen en expert judgement.

De resterende onzekerheid in de voorliggende analyse is niet verder te verkleinen zonder gedetailleerd inzicht in bodemopbouw. Het bemoeilijkt een zuivere afweging van de alternatieven. Het benodigde inzicht hiervoor wordt pas verschaft met de aankomende 1e beoordelingsronde in de periode 2017 – 2022. Na deze beoordelingsronde kan de onzekerheid en bandbreedte van de

afweging verder worden weggenomen en verkleint het risico op een maatschappelijk niet-optimaal besluit op systeemniveau.

De onzekerheden die op dit moment de afweging bemoeilijken betreffen:

- Onzekerheid in de veiligheidsopgave van de overige primaire keringen. Het niet beschikbaar zijn van voldoende gedetailleerde geotechnische ondergrondgegevens maakt dat de opgave voor stabiliteit zowel in aantal kilometers als in omvang omgeven is met een grote bandbreedte. Met aannames gebaseerd op expert-judgement is de opgave nu in beeld gebracht. De effecten op de omgeving kunnen dus niet exact in beeld gebracht worden
- Onzekerheden in de kosten van maatregelen. De kosten zijn direct gerelateerd aan de opgave (in kilometers) en de omvang / uitvoering van de maatregel. Dit geldt vooral voor de stabiliteitsopgave van de overige primaire keringen en de hoogte opgave in het hele gebied
- Onzekerheid in de financiering. Voor de HWBP opgave is 90% financiering georganiseerd vanuit het HWBP. Op dit moment is nog onduidelijk of deze financieringsafspraak ook geldt voor de waterkeringen die een regionale status krijgen door de aanleg van de DKM. Ofwel; op dit moment vormt de keuze voor afwaardering nog een financieel risico voor de keringbeheerder

Vast staat dat de voorliggende opgave binnen de projectopgave van het HWBP in 2021 verholpen moet zijn. Om deze mijlpaal te halen, kan niet aangesloten worden op het tijdspad van de 1e beoordelingsronde. Ten aanzien van HWBP project Geertruidenberg en Amertak zal immers in het voorjaar van 2017 een Voorkeursvariant gekozen moeten worden. Ook is onduidelijk of er tijdig uitsluitsel is over de wijze van financiering van de afgewaardeerde keringen.

Echter omdat de dynamische keringen de versterkingsopgave van de overige primaire keringen waarschijnlijk sterk reduceren kan het aantrekkelijk blijven dit alternatief als optie vast te houden totdat de volgende beoordelingsronde voor de overige primaire keringen is doorlopen. Herijking van het besluit wel of geen dynamische keermiddelen volgt dan in grofweg 2025 waarna de eventuele bouw van keermiddelen in 2030 volgt. In de periode tot 2030 blijft de waterveiligheid in het gebied geborgd door de eerder afgekeurde (LTR3) trajecten te versterken volgens de huidige primaire norm. Het risico op een te hoge investering doordat de LTR3 dijken conform primaire normen worden versterkt waar achteraf regionale normen van toepassing zouden zijn geweest, is beperkt.

Voor dit tussenalternatief is eveneens een kostencalculatie opgesteld (samenvatting in bijlage 5). In onderstaande tabel volgt daarvan het rekenresultaat.

Tabel 9.3 Investeringskosten, levensduurkosten en LCC inclusief tussenvariant (periode t/m 2120)

Alternatief	Investeringskosten		Levensduurkosten		LCC (CW)	
	Absoluut	CW	Absoluut	CW	Absoluut	CW
1: Dynamische keermiddelen	EUR 80	EUR 70	EUR 60	EUR 26	EUR 140	EUR 96
2: Dijken	EUR 5	EUR 5	EUR 69	EUR 39	EUR 74	EUR 44
3: Dynamische keermiddelen (2030)	EUR 80	EUR 54	EUR 60	EUR 22	EUR 135	EUR 76

*) Bedragen in miljoenen euro

NB: Deze tabel bevat slechts investeringskosten op basis van SSK-ramingen. Deel C van dit document bevat de integrale MKBA conform vigerende richtlijnen.

Door middel van onderstaande stappen kan de optie worden vastgehouden:

- In 2019-2020 versterken van het voorliggende HWBP traject volgens de vereisten van de primaire kering
- Na de beoordelingsronde is de veiligheidsopgave van de overige primaire waterkeringen in beeld. Op dat moment kunnen de opgave en de bijkomende investeringskosten worden vastgesteld
- Na de beoordelingsronde (2017 – 2022) is duidelijkheid over de financiering vanuit het HWBP van af te waarderen waterkeringen
- Er volgt een actualisatie van de rentabiliteit van de investering in de dynamische keermiddelen
- Besluit aanleg DKM en afwaarderen keringen:
  - Aanleg keermiddelen (2030) als de voorliggende kwalitatieve argumenten en de geactualiseerde financiële afweging tezamen ten gunste van DKM uitvallen. Dan is er sprake van een zeer beperkte desinvestering (op hoogte) omdat de dijk uit het huidige HWBP traject als is versterkt als zijnde een primaire waterkering. Het betreffende traject had immers ook met een regionale status moeten worden versterkt. Overige, nog niet versterkte keringen worden versterkt op basis van een regionale status (2030)
  - Besluit tot niet aanleggen DKM als de investering zich maatschappelijk niet terugvertaalt. Overige primaire keringen worden aangemeld bij het HWBP voor programmering.

DEEL C

Maatschappelijke kosten- batenanalyse (MKBA)

Deze maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA) beoordeelt de kosten en effecten van de dynamische keermiddelen met regionale keringen en de reguliere versterking van de primaire keringen in het projectgebied (Amertak en de Donge). In de MKBA wordt een afweging gemaakt van alle kosten en baten die samenhangen met een project. Naast het financiële overzicht worden ook maatschappelijke effecten als veiligheid, ruimtelijke kwaliteit, bereikbaarheid en milieueffecten meegenomen. Waar mogelijk worden alle effecten monetair (in €) uitgedrukt.

De investeringskosten en de beheer- en onderhoudskosten zijn veruit de meest onderscheidende effecten en resulteren in een voorkeur voor de reguliere versterking van de primaire keringen (alternatief 2). De bereikbaarheidseffecten voor de beroepsvaart zijn voor beide alternatieven vergelijkbaar en zeer beperkt. Dit is het gevolg van het sluitpeil van de dynamische keermiddelen: bij de extreem hoge waterstand waarbij de keermiddelen worden gesloten zal een tijdelijk vaarverbod/-beperking gelden in het gebied. Sluiting van de keermiddelen heeft dan geen onderscheidende bereikbaarheidseffecten voor de scheepvaart. Daarnaast vindt er geen versmalling van de vaarroute plaats in de Amertak.

Voor bedrijven gevestigd in de buitendijkse gebieden (Weststad I en II) is er op de korte termijn nauwelijks onderscheid tussen de alternatieven, maar wel op de lange termijn omdat de waterstanden in het alternatief dynamische keermiddelen gecontroleerd wordt op maximaal 3 meter boven NAP (en daardoor de hoogwaterschade beperkt blijft in dit alternatief). Omwonenden hebben in het geval van een keuze voor reguliere versterking iets meer last van planschade omdat de dijken waarop zij uitkijken vaker verhoogd worden in de tijd. Tot slot zijn de meekoppelkansen zoals het openen van de haven in Raamsdonksveer en het buitendijks bouwen in Oosterhout niet gewaardeerd in deze MKBA. Dit omdat deze kansen nog niet officieel zijn aangemerkt als vaststaand beleid met synergie-effecten.

10 Inleiding MKBA

10.1 Achtergrond

Omdat het al dan niet kiezen voor dynamische keermiddelen van grote invloed is op de nadere uitwerking van de dijkvakken is besloten om in een vroeg stadium een principebesluit in te bouwen. Om dit besluit te faciliteren is een integraal afwegingskader opgesteld in de vorm van een MKBA.

In het vervolg van deze MKBA gaan we in op de doel en invulling van de MKBA, de relatie tussen de MKBA en het beoordelingskader, de uitgangspunten van de MKBA, de te meten effecten, de resultaten en tot slot de conclusies en aanbevelingen.

10.2 Doel van de Maatschappelijke Kosten-Batenanalyse (MKBA)

Een maatschappelijke kosten-baten analyse is een economische projectbeoordeling die kan dienen als hulpmiddel bij het maken van keuzes tussen projectalternatieven. In een MKBA worden ongelijksoortige effecten van een beleidsmaatregel (bijvoorbeeld financiële kosten en opbrengsten, effecten op natuur, milieu, economie) systematisch in beeld gebracht, gewaardeerd en met elkaar vergeleken. De vergelijking van de diverse effecten wordt gemaakt door ze allemaal zo veel mogelijk onder dezelfde noemer te scharen. Hiertoe worden alle effecten zoveel mogelijk ‘gemonetariseerd’. Dit houdt in dat deze effecten aan de hand van verschillende economische waarderingsmethoden in euro’s worden uitgedrukt.

De effecten worden in een MKBA ingedeeld naar directe effecten, indirecte effecten en externe effecten. De directe effecten zijn de (bedoelde) effecten die rechtstreeks met het project te maken hebben. De indirecte effecten zijn een doorwerking van de directe effecten op andere markten (arbeidsmarkt, huizen- en kantorenmarkt). De externe effecten zijn effecten waarvoor geen prijs bestaat, zoals de effecten op veiligheid, natuur en milieu.

In een MKBA wordt gekeken naar de totale effecten voor de Nederlandse welvaart. Verschuivingen tussen partijen, sectoren of regio’s zijn vrijwel nooit een netto-effect. Effecten op de werkgelegenheid, maar bijvoorbeeld ook op subsidiebedragen worden gezien als verschuivingen die per saldo het welvaartsniveau op de lange termijn niet beïnvloeden. Arbeidsmarkteffecten worden alleen meegenomen indien ze structureel zijn: dat wil zeggen leiden tot lagere of hogere productiviteit of structurele werkeloosheidseffecten. Ook immateriële effecten krijgen een plaats, dus ook een eventueel veranderde beleving van het uitzicht wordt

gewaardeerd. Het is tot slot ook mogelijk de andere keuzes die spelen binnen het project in de MKBA mee te nemen.

10.3 Werkwijze MKBA

Deze MKBA behandelt de effecten aan de hand van de indeling volgens KBA bij MIRT-verkenningen, voor waterprojecten.[5] Hierbij worden de volgende effecten onderscheiden:

Kosten:

- Investeringskosten per alternatief (inclusief voorzieningen voor robuustheid en uitbreidbaarheid)
- Beheer- en onderhoudskosten
- Vermeden investeringen

Veiligheid:

- Veiligheidseffecten (materiële schade bij hoogwater)

Bereikbaarheid:

- Verandering in vaartijden beroeps- en recreatievaart

Leefomgeving:

- Ruimtelijke kwaliteit
- Duurzaamheid (kwalitatief)
- Milieueffecten (kwalitatief)
- Kansen voor meekoppelprojecten (kwalitatief)
- Effecten tijdens aanleg (uitvoeringskosten planschade landbouw)

10.3.1 Relatie tussen het beoordelingskader en de MKBA

De effecten die worden meegenomen in de MKBA sluiten zoveel mogelijk aan op de 12 beoordelingsaspecten in het beoordelingskader (zie onderstaand kader en Deel A hoofdstuk 3).

[5] Rijkswaterstaat (2012). p.99-100.

Aspecten beoordelingskader
- Wet- en regelgeving waaronder beleid
- Klant-Eis-Specificaties
- Materiaal en beschikbaarheid
- Innovatie
- Kosten
- Beheer en onderhoud
- Robuustheid en uitbreidbaarheid
- Duurzaamheid
- Milieueffecten
- Ruimtelijke kwaliteit
- Kansen voor meekoppelprojecten
- Uitvoering

De eerste groep juridische, technische en procedurele aspecten hebben een meer voorwaardelijk karakter voor de uitvoering en monden niet zo zeer uit in een maatschappelijk effect. Het gaat hierbij om de aspecten ‘wet- en regelgeving’, ‘klant-eis specificaties’, ‘materiaal en beschikbaarheid’ en ‘innovatie’.

De tweede groep aspecten met ‘duurzaamheid’ en ‘milieueffecten’ zijn weliswaar maatschappelijk van aard, maar kunnen zonder nadere gegevens (bijvoorbeeld vanuit de MER-studie) niet op voorhand worden gekwantificeerd en worden gemonetariseerd. Vandaar dat deze aspecten op kwalitatieve wijze worden meegenomen in deze MKBA.

Ruimtelijke kwaliteit wordt in de MKBA meegenomen in termen van belevingswaarde bewoners, gebruikerswaarde recreanten/toeristen, toekomstwaarde, cultuur/historische waarde en archeologische waarde.

Kansen voor meekoppelprojecten nemen we alleen mee als deze concreet zijn (in termen van vaststaand beleid) en er ‘synergie’ kan optreden: bijvoorbeeld wanneer de kosten van het gecombineerd uitvoeren lager zijn dan van het afzonderlijk realiseren van de projecten of als er de maatschappelijke effecten van de combinatie groter zijn dan van de projecten afzonderlijk. Tot slot wordt gekeken naar de eventuele effecten tijdens de aanleg.

De investeringskosten inclusief de maatstaf robuustheid en uitbreidbaarheid en kosten voor beheer en onderhoud worden ieder apart meegenomen in de MKBA. Naast deze maatstaven

neemt de MKBA ook het effect op de veiligheid mee in termen van hoogwaterschades voor de buitendijkse bedrijventerreinen Weststad I en II en de bereikbaarheid voor de scheepvaart.

10.4 Uitgangspunten MKBA

10.4.1 Maatschappelijke kosten en baten vs. Maatschappelijke kosteneffectiviteit

In MKBA-leidraden wordt de definitie van het nulalternatief/referentie als een zeer belangrijk aspect gezien. Zo zegt de Algemene Leidraad voor MKBA's hierover: 'het nulalternatief is de meest waarschijnlijk te achten ontwikkeling die zal plaatsvinden op alle voor de MKBA relevante markten in het geval de te beoordelen maatregel niet wordt uitgevoerd'. De te beoordelen maatregel is in dit geval de verbetering van de waterveiligheid. Dynamische keermiddelen of traditioneel versterken zien we als alternatieven om tot hetzelfde doel te komen. Een echt *nulalternatief* waarbij op lange termijn bijvoorbeeld niet wordt voldaan aan de waterveiligheidsnormen is niet aan de orde. Deze analyse heeft daarom meer het karakter van een Kosteneffectiviteitsanalyse, uitgebreid met maatschappelijke effecten, anders dan die op de veiligheid. De Algemene Leidraad biedt deze ruimte en bijvoorbeeld ook het Kader KBA bij MIRT verkenningen noemt deze optie expliciet bij 'normgerelateerde' waterveiligheidsprojecten.

10.4.2 Inschattingen op basis van kengetallen

Het vroegtijdig inzetten van de MKBA heeft gevolgen voor de inzet van dit instrument. Zo is er idealiter interactie tussen MER en MKBA. Maar omdat de MER pas in een later stadium wordt uitgevoerd, is dat bij deze aanpak niet mogelijk.[6] De MKBA zal daarom vooral worden gebaseerd op kengetallen een (KKBA).

10.4.3 Netto contante waarde

Een moeilijkheid bij het vergelijken van de kosten en baten is het verschil in de periode waarin de effecten optreden. De investeringskosten worden gemaakt op het moment dat het project wordt uitgevoerd terwijl bijvoorbeeld de effecten op natuur en milieu pas daarna optreden. Deze effecten treden dan bovendien voor alle jaren in de toekomst op. Om alle effecten met elkaar te kunnen vergelijken maken we gebruik van de netto contante waarde (NCW) van de effecten. Hiermee rekenen we de toekomstige kosten en baten terug naar wat ze vandaag waard zijn.

10.4.4 Algemene uitgangspunten

Voor de vergelijking van de effecten in de tijd is het nodig uitspraken te doen over de periode van aanleg en exploitatie, maar bijvoorbeeld ook over de discontovoet, waarmee toekomstige waarden worden teruggerekend naar de huidige waarde. Uitgangspunt is dat aanleg in eerste

[6] Overigens is het in een later stadium ook mogelijk de MKBA-resultaten te toetsen aan de hand van de meer gedetailleerde kostenramingen en effectinschatting.

instantie plaatsvindt van 2019 tot 2020 De effecten zijn bezien over een periode van 100 jaar. Er is gebruik gemaakt van een discontovoet van 4,5 procent.[7] Prijspeil is januari 2016.

10.4.5 Vergelijking (alternatieven en varianten)

Alternatief 1: In het eerste alternatief 'dynamische keermiddelen met regionale keringen' ('alternatief 1 DKM') wordt de monding van de Amertak en de Donge afsluitbaar gemaakt met twee keermiddelen (keersluizen). Deze kunnen bij dreigend extreem hoogwater worden gesloten, waardoor de primaire dijken ten zuiden van de dynamische keermiddelen (circa 30 kilometer) een regionale status krijgen. Het sluitpeil voor de dynamische keringen bedraagt NAP 3,0 meter. Hiervoor is ook een gemaal nodig met een capaciteit van 40 m^3/s bij een opvoerhoogte van maximaal 1,0 meter.

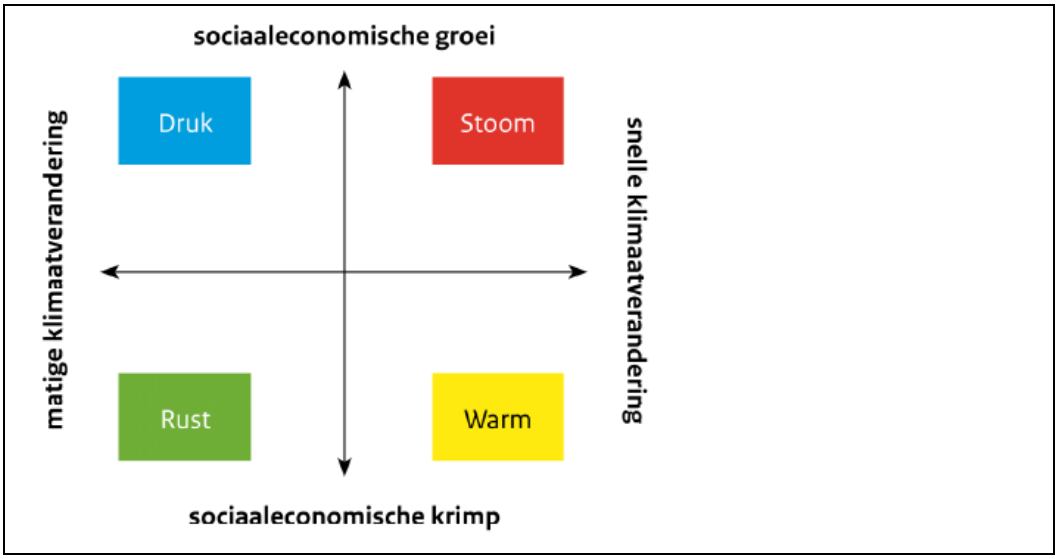
De keersluizen kunnen in twee varianten worden uitgevoerd (met een smal en een normaal vaarwegprofiel). Uitgangspunt van deze studie is een dynamische keermiddel met een normaal vaarwegprofiel in de Amertak en een smal vaarwegprofiel in de Donge. Op deze wijze heeft de beroepsvaart geen last van de versmalling.

Alternatief 2: Dit behelst een reguliere versterking van de primaire waterkeringen in het gehele systeem zodat deze voldoen aan de wettelijke vereisten voor primaire keringen.

10.4.6 Deltascenario's

Uitgangspunt voor de afweging zijn de Deltascenario's 'Warm' en 'Stoom' (zie figuur 10.1) Beide scenario's gaan uit van een snelle klimaatverandering, maar Stoom gaat uit van sociaal economische groei (GE-scenario) en Warm van krimp (RC-scenario). Voor dit project zijn deze scenario's echter niet onderscheidend omdat de effecten op de scheepvaart zeer bescheiden zijn en ook het ruimtebeslag van beide alternatieven zeer beperkt is.

[7] Zoals voorgeschreven door de Werkgroep Discontovoet (2015).



Figuur 10.1 Assenkruis schematische weergave Deltascenario's Bron: Deltares et al. (2013)

10.4.7 Gevoeligheidsanalyses

Hoewel we met behulp van de netto contante waarde kosten en baten op verschillende tijdstippen met elkaar kunnen vergelijken, bestaan er onzekerheden over de omvang van de toekomstige effecten. Er zijn daarom ook andere uitkomsten denkbaar. Om deze reden passen we op de uitkomsten van de berekeningen een aantal gevoeligheidsanalyses toe. Hierbij kijken we naar de gevolgen voor het project bij een aantal alternatieve ontwikkelingen. Met de gevoeligheidsanalyses gaan we na hoe risico's en onzekerheden doorwerken op de projecteffecten. We hebben de volgende gevoeligheidsanalyses uitgevoerd:

- Andere investeringskosten
- Andere discontovoet

10.5 Effecten in de MKBA

Effecten in deze MKBA zijn ingedeeld in directe, externe en indirecte effecten (zie onderstaande tabel).

Tabel 10.1 Effecten projectalternatief

Effecten	Meeteenheid
Directe effecten	
Investeringskosten	Totaal mln €
B&O-kosten	Totaal mln €
Vermeden investeringen	Totaal mln €
Veiligheidseffecten	Mln € pj
Effecten tijdens de aanleg	Kwalitatief
Indirecte effecten	
Bereikbaarheid	Kwalitatief
Ruimtelijke kwaliteit	Mln € pj en kwalitatief
Externe effecten	
Duurzaamheid	Kwalitatief
Milieueffecten	Kwalitatief
Kansen voor meekoppelprojecten	Kwalitatief

Hieronder benoemen we kort de gemeten effecten in deze MKBA, inclusief berekeningswijze en de daarbij gebruikte kengetallen. De resultaten volgen in de volgende paragraaf.

10.6 Directe effecten

De directe effecten zijn onder te verdelen in investeringskosten, beheer- en onderhoudskosten, vermeden investeringen, veiligheidseffecten en uitvoeringskosten.

10.6.1 Investeringskosten

De investeringskosten zijn gebaseerd op een SSK-raming samengesteld door Tauw (juli 2016). (Zie Bijlagen 2, 3 en 4) Voor de fasering van de investeringen geldt dat de dynamische keermiddelen in 2 jaar tijd worden gerealiseerd. De nominale investeringskosten van de projectalternatieven (en varianten) zijn opgenomen in onderstaande tabel. Hierbij is rekening gehouden met het jaar van investeren omdat deze relevant zijn voor de netto contante waarden.

Tabel 10.2 Investeringskosten in miljoenen (euro, prijspeil jan. 2016)

	Alt 1 DKM	Alt 2 Dijken
Investeringskosten (rond 2020)	70,6	5,2
Investeringskosten (2030)	9,1	46,0
Investeringskosten (2070)	0,0	22,7
Totaal	**79,7**	**73,9**

In termen van robuustheid en uitbreidbaarheid zijn drie criteria van belang:
1. Het kunnen opvangen van onzekerheden in hydraulische belastingen
2. Onzekerheden over de sterkte van de kering en
3. De uitbreidbaarheid van het ontwerp

Alternatief 2 Reguliere dijkversterking laat een positiever beeld zien dan het andere alternatief omdat de benodigde ingrepen beperkter van aard en omvang zijn (en daarnaast ook verder in de toekomst liggen).

10.6.2 Beheer- en onderhoudskosten (inclusief levensloopkosten)

De beheer- en onderhoudskosten zijn afhankelijk van het aantal kilometers te beheren/onderhouden waterkering, de periodieke beoordelingsinspanning en de te onderhouden kunstwerken.

In onderstaande tabel zijn de kosten voor beheer en onderhoud uitgesplitst per alternatief. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in grootschalige vervanging van de kunstwerken en beheer en onderhoud van de dijken.

Tabel 10.3 Kosten voor beheer en onderhoud, inclusief grootschalige vervanging kunstwerken (in miljoenen euro)

	Alt. 1 DKM	Alt. 2 Dijken
Beheer & onderhoud aan dynamische keermiddelen	38,9	0,0
Beheer & onderhoud aan gemaal (x2)	21,3	0,0
Beheer & onderhoud aan keringen (dijken)	n.v.t.	n.v.t.
Totaal B&O	**60,2**	**0,0**

Ook wat betreft het beheer & onderhoud laat alternatief 2 Reguliere dijkversterking een positiever beeld zien. Dit omdat er geen beheer & onderhoudskosten zijn voor de kunstwerken. Aangezien het aantal kilometers te beheren en te onderhouden waterkering voor beide alternatieven gelijk is, zijn deze kosten niet gekwantificeerd en gemonetariseerd en daarom op ‘n.v.t.’ gezet.

10.6.3 Vermeden investeringen

Vermeden investeringen treden op wanneer toekomstige investeringen worden vermeden, bijvoorbeeld doordat primaire dijken kunnen worden afgewaardeerd. Vermeden investeringen kunnen ook optreden wanneer het gecombineerd uitvoeren van twee verschillende projecten tot synergie-effecten leidt, bijvoorbeeld als gevolg van concrete meekoppelprojecten.

Concrete meekoppelprojecten zijn vooralsnog niet voldoende uitontwikkeld en de onderzochte alternatieven onderscheiden zich hier dan ook niet in. Wel is er een Nota met meekoppelkansen. Deze behandelen we kwalitatief bij de externe effecten.

10.6.4 Veiligheidseffecten

Beide alternatieven voldoen aan de geldende veiligheidsnormen. Voor alternatief 1 kan worden gesteld dat deze ervoor zorgt dat het achterliggende gebied direct wordt beschermd tegen waterstanden geprognosticeerd voor de periode tot 2120. In de eerste decennia is er daarom sprake van een bepaalde mate van ‘veiligheidssurplus’ voor het alternatief 1.

Aan de andere kant wordt in deze studie uitgegaan van de Deltascenario’s ‘Warm’ en ‘Stoom’. Beide scenario’s gaan uit van een snelle klimaatverandering. Dit leidt tot het risico dat in alternatief 2 Reguliere dijkversterking uit wordt gegaan van te veel dijkversterkende maatregelen. Een matige klimaatverandering kan namelijk leiden tot lagere benodigde investeringen in de primaire waterkeringen.
Wat betreft de buitendijkse gebieden (Weststad I en II) zijn er wel verschillen in veiligheid voor beide onderzochte alternatieven:

In de huidige situatie zijn twee bedrijventerreinen (Weststad I en II in Oosterhout) buitendijks gevestigd. Deze terreinen liggen op NAP 2,5 en 2,8 meter en liggen daarmee onder het streefpeil van NAP 3 meter. Bij zeer hoge waterstanden, die door de dijk nog wel worden gekeerd, kunnen deze bedrijven worden getroffen door hoog water. In die gevallen is er sprake van economische schade. Deze schade bestaat uit directe schade (aan de objecten), schade door bedrijfsuitval en indirecte schade door overstroming.[8]

In deze MKBA gaan we ervan uit dat er geen maatregelen worden getroffen die Weststad I en II beschermen tegen hogere waterstanden.

Voor het berekenen van de economische schade is gebruik gemaakt van kengetallen uit het HIS-SSM model.[9] Met dit model kan aan de hand van kengetallen, wegingsfactoren en maximale schadebedragen berekend worden wat de directe schade, directe schade door bedrijfsuitval en indirecte schade is in geval van wateroverlast (zie kader).

[8] De schade door bedrijfsuitval bestaat uit zakelijke verliezen door productiestilstand. Indirecte schade bestaat uit de schade bij toeleverende en afnemende bedrijven (die dus ook op andere locaties liggen) en eventueel de schade die ontstaat door het doorsnijden van aan- en afvoerroutes waardoor reistijdverliezen ontstaan.
[9] HIS-Schade en Slachtoffer Module Versie 2.1

De berekende monetaire economische schade bedraagt in totaal EUR 38,5 miljoen voor alternatief 1 DKM en EUR 41,6 miljoen voor alternatief 2 Reguliere dijkversterking. Dit is exclusief de schade van overige buitendijkse bedrijvigheid en het buitendijks wonen.

In beide alternatieven hebben de buitendijkse terreinen momenteel te maken met een overstromingskans die in de toekomst toeneemt door klimaateffecten. Het effect van beide alternatieven op het vestigingsgedrag van buitendijks gelegen bedrijven is niet meegenomen. In deze MKBA is het verschil in overstromingschade berekend tussen beide alternatieven. Of deze schade aanleiding is voor bedrijven om weg te trekken of niet, zal in de toekomst nader onderzocht moeten worden.

Tabel 10.4 Monetaire economische schade in miljoen euro

	Alt. 1 DKM	**Alt. 2 Dijken**
(nominale waarden, cumulatief)	38,5	41,6
Totaal	***38,5***	***41,6***
Contante Waarde	***2,1***	***2,3***

Uitwerking berekening monetaire economische schade voor de buitendijkse gebieden

Weststad I kent een maaiveldhoogte van NAP 2,5 meter en Weststad II van NAP 2,8 meter. De berekening gaat uit van het aantal en type arbeidsplaatsen op beide terreinen. Hierbij baseren we ons op bewerkte KvK-gegevens door Vastgoeddata.NL. Voor de berekening is uitgegaan van circa 1.750 arbeidsplaatsen.

Note: Vanuit de gemeente Oosterhout is opgemerkt dat er in totaal 2.100 arbeidsplaatsen zijn op beide bedrijventerreinen. Omdat de verdeelsleutel over de verschillende sectoren niet bekend is, is voor deze MKBA uitgegaan van de bewerkte KvK-gegevens. Wel is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd op basis van een evenredige ophoging tot 2.100 arbeidsplaatsen voor beide bedrijventerreinen. Dit resulteert in een contante economische schade van 2,5 miljoen euro voor alternatief 1 (i.p.v. 2,1 miljoen euro) en 2,7 miljoen euro voor alternatief 2 (i.p.v. 2,3 miljoen euro). Het MKBA-saldo stijgt hierdoor voor beide alternatieven met 0,4 miljoen euro, maar de onderlinge verhouding in termen van MKBA-saldo blijft ongewijzigd.[10]

[10] Idem.

Bij een overstroming van Weststad I kan de schade oplopen tot maximaal 175,7 miljoen euro. Voor Weststad II is dit 106,7 miljoen euro (prijspeil januari 2016).[11] Dit zijn echter maximale schadebedragen.[12] Op basis van de HIS-SSM schadefactoren voor bedrijven kunnen we per overstromingsdiepte bepalen wat de daadwerkelijke schade is.[13]

In deze MKBA gaan we er van uit dat voor het alternatief DKM de waterstand in de Amertak gecontroleerd wordt op maximaal NAP 3 meter. Voor het alternatief Dijken gaan we ervan uit dat het water niet hoger kan stijgen dan de geldende hoogte van de dijken (het water stroomt vanaf dit punt het achterland in).

Op basis van figuur 6.11 ('Indicatieve ontwerpwaterstand monding Amertak bij diverse zichtjaren van 2020 tot 2120') hebben we voor ieder zichtjaar (2020, 2070, 2100, 2120) de herhalingstijd/-kans bepaald voor iedere mogelijke waterhoogte vanaf 10 centimeter boven het maaiveldhoogte tot de maximale waterstand (voor DKM maximaal 3 meter en voor Dijken de waterstand met een herhalingstijd van maximaal 1/3000). Vervolgens zijn de nominale overstromingskosten vastgesteld op basis van de schadefactor (gelinkt aan de waterstand) en de maximale schadekosten. Uitgangspunt voor de nominale schadekosten zijn de overstromingskosten voor de waterstand met de hoogste herhalingskans. De totale verwachte waterschade is het product van de nominale kosten en de herhalingskans. Zie onderstaand overzicht voor de verwachte waterschade per alternatief:

Weststad I					**Weststad II**				
		DKM		**Dijken**			**DKM**		**Dijken**
2020	€	13.278	€	13.278	2020	€	864	€	864
2070	€	144.459	€	152.039	2070	€	11.811	€	14.608
2100	€	510.944	€	541.953	2100	€	43.897	€	56.314
2120	€	1.569.452	€	1.679.650	2120	€	142.000	€	187.742

Tot slot zijn door middel van interpolatie de schadebedragen voor de tussenliggende jaren berekend en bij elkaar opgeteld. Dit resulteert in 38,5 miljoen euro verwachte schade voor alternatief 1 en 41,6 miljoen euro schade voor alternatief 2.

[11] De maximale schade voor Weststad II is lager dan die van Weststad I omdat de directe, indirecte en bedrijfsuitval schade voor industriële werkgelegenheid met een maximum van 478.000 euro per arbeidsplaats hoger is dan bijvoorbeeld voor de handel en transport (respectievelijk 36.000 en 108.000 euro per arbeidsplaats).
[12] HIS-SSM Versie 2.0, pag. LX (Bijlage).
[13] Idem.

10.6.5 Effecten tijdens de aanleg

Uitvoeringskosten hebben betrekking op hinder van omwonenden, lokale bedrijven en het lokale (scheepvaart)verkeer. De uitvoering van de werkzaamheden heeft consequenties voor met name de bereikbaarheid en verkeersafwikkeling en in mindere mate ook op de verkeersveiligheid voor alle weggebruikers in het algemeen en de fietsers en voetgangers in het bijzonder.[14]

De werkzaamheden voor de DKM zijn geconcentreerd in een klein gebied met weinig direct omwonenden. Voor beide alternatieven geldt dat de werkzaamheden aan de dijken belemmeringen opleveren voor het verkeer (en daarmee aan de bereikbaarheid van lokale bedrijven), maar meer voor het alternatief dijken omdat deze in een groter gebied en frequenter zullen plaatsvinden dan voor het alternatief DKM.

Ook de scheepvaart zal te maken hebben met beperkingen tijdens de bouw van de keersluizen. Verder gelden er voor beide alternatieven beperkingen voor de scheepvaart op die locaties waar aan de dijken wordt gewerkt.[15] Alles bij elkaar genomen onderscheiden beide alternatieven zich nauwelijks in termen van tijdelijke hinder voor de scheepvaart. De tijdelijke beperking van de bereikbaarheid van lokale bedrijven is in dit onderzoek niet in kaart gebracht, maar gezien de aard van beide alternatieven ook niet onderscheidend van elkaar.

Tot slot zijn er tijdens de aanleg nog schadekosten. Onder ‘schadekosten’ vallen eventuele aankopen van landbouwgrond, bijvoorbeeld voor het aanbrengen van steunbermen langs de (toekomstige) regionale waterkeringen en de maatregelen langs de gehele primaire waterkeringen ten behoeve van hoogwaterveiligheid.

In deze studie gaan we er echter van uit dat voor beide alternatieven geen landbouwgrond hoeft te worden aangekocht (niet van toepassing in de eindtabel).

10.7 Indirecte effecten

De indirecte effecten zijn een doorwerking van de directe effecten. Directe effecten (met name reistijdwinsten) kennen een doorwerking in de lokale, regionale en nationale economie. Door de toegenomen veiligheid zijn economische ontwikkelingen mogelijk en dijkversterkingen en dynamische keermiddelen hebben ook gevolgen voor de bereikbaarheid van een gebied, zowel voor de scheepvaart als overig verkeer.

[14] Wanneer gebruik wordt gemaakt van het bestaande tracé, zal een deel van de beschikbare verkeersruimte moeten worden gebruikt om het werk te kunnen uitvoeren en moet het verkeer geheel of gedeeltelijk worden omgeleid.
[15] Voor de scheepvaart gelden beperkingen op de locaties waar aan de dijken wordt gewerkt, zodat hier maar één schip tegelijkertijd de bouwlocatie kan passeren.

10.7.1 Bereikbaarheidseffecten

Het aspect bereikbaarheid beschrijft de veranderingen in de integrale/gegeneraliseerde transportkosten van in dit geval de scheepvaart.

Voor de dynamische keermiddelen geldt dat de sluiting ervan bij extreem hoog water leidt tot stremmingen van het scheepvaartverkeer. De nota stelt dat in het geval van extreem hoge rivierstanden scheepvaart sowieso beperkt of niet toegestaan is. Dit omdat varen in deze omstandigheden de dijken kan beschadigen. De bereikbaarheidseffecten zijn in die zin verwaarloosbaar, maar we willen op deze plaats wel opmerken dat een stremming door het sluiten van de keermiddelen vergaande gevolgen kan hebben voor bijvoorbeeld de containerterminals in Oosterhout en Tilburg en overige watergebonden bedrijvigheid zoals de lokale betonfabrieken. Navraag bij containerterminal heeft uitgewezen dat er geen alternatieve routes zijn voor containertransport en dat bij een sluiting sprake zal zijn van modal shift (via wegtransport).

Er zullen wel periodieke (één keer per jaar) proefsluitingen plaatsvinden in het geval van dynamische keermiddelen. Een proefsluiting neemt een paar uur in beslag en zal tot zeer beperkte stremmingen leiden in het geval dit goed wordt afgestemd en gecommuniceerd. Deze stremmingen zijn niet onderscheidend voor deze MKBA.

Tot slot zal in het geval er wordt gekozen voor een dynamische keermiddel met smal vaarwegprofiel er een permanente versmalling van de vaarweg optreden in de Donge. Dit betekent een permanente beperking van de doorvaart in dit gebied, maar wel een met heel beperkte gevolgen voor de algehele reistijden omdat de doorgaande beroepsvaart nauwelijks gebruik maakt van de Donge om het achterland te bereiken, maar van de Amertak. Voor het langzaam varende beroeps-bestemmingsverkeer en voor recreatievaart is de doorgang nog steeds ruim voldoende.[16]

10.7.2 Ruimtelijke kwaliteit

Beide alternatieven hebben gevolgen voor de ruimtelijke kwaliteit van de omgeving. Het gaat hierbij om:

- Belevingswaarde bewoners
- Gebruikerswaarde recreanten/toeristen
- Toekomstwaarde
- Cultuur/historische waarde
- Archeologische waarde

[16] Mocht worden gekozen voor een dynamische keermiddel met smal vaarwegprofiel in de Amertak, dan treden er wel bereikbaarheidseffecten op voor de beroepsvaart.

Belevingswaarde bewoners (planschade)
Dijkversterking heeft gevolgen voor de ruimtelijke kwaliteit. De belevingswaarde (uitzicht) van omwonenden gaat er op achteruit in het geval van dijkversterking.

In het projectgebied zijn in totaal 1.500 woningen binnen een straal van 100 meter van primaire dijken gelokaliseerd, maar de dijken hoeven niet op alle locaties te worden verhoogd. Er is geen woningbouw aanwezig in de directe omgeving van de geplande locaties voor de keermiddelen.

Bij een gemiddelde verhoging van de primaire dijken met 0,5 meter in 2020 en 2070 zal een beperkte planschade optreden tussen de naar schatting 1 en 5 procent per woning. We gaan voor deze berekening uit van een gemiddelde planschade van 2,5 procent.[17] In 2020 hebben 35 woningen in alternatief 1 met een dijkverhoging te maken en 375 woningen in alternatief 2. In 2070 hebben 615 woningen te maken met de dijkverhoging voor enkel alternatief 2.

Tabel 10.5 Planschade (in miljoenen euro)

	Alt. 1 DKM	**Alt. 2 Dijken**
Dijkverhoging (2020)	0,2	2,0
Dijkverhoging (2070)	0,0	3,3
Totaal	**0,2**	**5,3**

Uitgaande van een gemiddelde woningwaarde van EUR 212.000 [18] bedraagt de (fictieve) planschade circa EUR 0,2 miljoen voor het alternatief DKM en EUR 5,3 miljoen voor het alternatief 2 reguliere dijkversterking.

Gebruikerswaarde recreanten/toeristen, toekomstwaarde, cultuur/historische waarde en archeologische waarde
De overige waarden worden kwalitatief overgenomen vanuit hoofdstuk 3 (deel A). Het gaat hierbij om verschillen in gebruikerswaarde recreanten/toeristen, cultuur/historische waarde en archeologische waarde.

De verschillen geven we aan door het best scorende alternatief met een ‘+’ te waarderen. Scoren de alternatieven even goed dan geven we dit aan met een ‘0’ en is het effect onbekend dan geven we dit aan met een ‘?’.

[17] Planschades tot 3 procent zijn voor eigen risico van de huiseigenaar, maar zijn nog steeds wel een maatschappelijk effect.
[18] Bron: CBS Statline (2016)

Tabel 10.6 **Kwalitatieve effecten op ruimtelijke kwaliteit**

	Alt. 1 DKM	Alt. 2 Dijken
Gebruikerswaarde recreanten/toeristen	?	?
Toekomstig ruimte gebruik	+	
Cultuur/historische waarde	?	?
Archeologische waarde	?	?

Bij alternatief DKM is de opgave eenmalig en kan daarna het gebied verder ontwikkeld worden. Bij het alternatief Dijken is het toekomstige ruimtebeslag van de waterkering onbekend, waardoor ontwikkelingen niet vrijelijk doorgang vinden. Alternatief DKM scoort daarom positiever dan Dijken qua toekomstwaarde.

10.7.3 Externe effecten

De directe effecten brengen vaak ook effecten met zich mee die gevolgen hebben voor de leefbaarheid, milieu, natuur, klimaat en cultuurhistorische waarden. Deze effecten worden op kwalitatieve wijze meegenomen in deze MKBA.

De resultaten van de beoordeling van de effecten op duurzaamheid, milieu en kansen voor meekoppelprojecten zijn in de onderstaande tabel samengevat.

Tabel 10.7 **Effecten op de leefbaarheid**

	Alt. 1 DKM	Alt. 2 Dijken
Duurzaamheid	+	
Meekoppelkansen	+	
Natuur	+	

Uit bovenstaande tabel blijkt dat gemiddeld genomen alternatief 1 DKM beter scoort op duurzaamheid, meekoppelkansen en natuur dan het alternatief Dijken.

10.8 Resultaten MKBA

Onderstaande tabel presenteert de uitkomsten voor de gemonetariseerde effecten van de MKBA (in contante waarde over een tijdshorizon van 101 jaar). In de tabel zijn de contante waarden van de kosten van de verschillende alternatieven naast elkaar gezet. Eventuele positieve opbrengsten worden negatief weergegeven in de tabel.

Tabel 10.8 Uitkomsten gemonetariseerde effecten (NCW 2019, prijspeil 2016, mln. €)

Effecten	Alt. 1 DKM	Alt. 2 Dijken
Directe effecten		
Investeringskosten	74,6	35,6
B&O-kosten	10,1	0,0
Vermeden investeringen	0,0	0,0
Veiligheidseffecten (kosten overstroming)	2,1	2,3
Effecten tijdens de aanleg (schade landbouw)	n.v.t.	n.v.t.
Indirecte effecten		
Bereikbaarheid	0,0	0,0
Ruimtelijke kwaliteit (planschade)	0,2	2,2
Totaal kosten	**87,0**	**40,1**

We willen benadrukken dat in deze MKBA de Netto Contante Waarde is bepaald voor het beginjaar van de investeringen (in 2019/2020).

Het alternatief met de laagste MKBA-saldo is maatschappelijk-economisch gezien het interessantst om uit te voeren. In dit geval is dat alternatief 2 Reguliere dijkversterking. Dit wordt vooral veroorzaakt door de lagere investerings- en beheer & onderhoudskosten. De investeringen in de primaire keringen liggen ook nog eens verspreid in de toekomst tussen 2020 en 2070.

Of het alternatief Dijken ook daadwerkelijk het beste alternatief is vanuit een maatschappelijk-economisch standpunt, hangt mede af van de niet-gemonetariseerde effecten. Het gaat hierbij om de kwalitatieve effecten op ruimtelijke kwaliteit en de externe effecten (zie onderstaande tabel).

Tabel 10.9 Uitkomsten niet-gemonetariseerde effecten

	Alt.1 DKM	Alt. 2 Dijken
Gebruikerswaarde recreanten/toeristen	?	?
Toekomstwaarde	+	
Cultuur/historische waarde	?	?
Archeologische waarde	?	?
Duurzaamheid	+	
Meekoppelkansen	+	
Natuur	+	

Uit bovenstaande overzichtstabel blijkt dat het alternatief DKM vaker positief scoort dan het alternatief Dijken. Verschillende indicatoren zijn nog onbekend op het moment van schrijven.

10.9 Gevoeligheidsanalyses

Met gevoeligheidsanalyses wordt de robuustheid van de uitkomsten voor de gehanteerde uitgangspunten in kaart gebracht. We doen dit voor de volgende aspecten:

- Investeringskosten: het effect van hogere of lagere kosten
- Het effect van een hogere en lagere discontovoet. Door een andere risicowaardering te hanteren (c.q. andere discontovoet), komen de kosten die verder in de toekomst liggen in een andere verhouding te staan met de kosten die in de eerste jaren worden gegenereerd. In de basisberekening is uitgegaan van 4,5 procent. Wij laten ook de uitkomsten zien bij een discontovoet van 3 procent en een van 6 procent
- Een verschuiving van de start van de werkzaamheden voor het alternatief DKM naar 2030

10.9.1 Investeringskosten

In deze gevoeligheidsanalyse wordt uitgegaan van een onzekerheid in de ramingen van de investeringskosten van +/- 40 procent. Tabel 10.10 laat zien wat het MKBA-saldo bedraagt indien de investeringskosten respectievelijk 40 procent hoger of 40 procent lager zouden zijn dan geraamd. De overige effecten veranderen hierdoor niet.

Tabel 10.10 Uitkomsten gemonetariseerde effecten met alternatieve investeringskosten (NCW 2019, pp 2016, mln. €)

Alt. 1 DKM			
	Basisberekening	**Inv. kst – 40%**	**Inv. kst +40%**
Directe effecten			
Investeringskosten	74,6	44,9	104,6
B&O-kosten (levensduurkosten)	10,1	6,1	14,2
Vermeden investeringen	0,0	0,0	0,0
Veiligheidseffecten (kosten overstroming)	2,1	2,1	2,1
Effecten tijdens de aanleg (schade landbouw)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Indirecte effecten			
Bereikbaarheid	0,0	0,0	0,0
Ruimtelijke kwaliteit (planschade)	0,2	0,2	0,2
Totaal kosten	**87,0**	**53,3**	**121,1**
Alt. 2 Dijken			
	Basisberekening	**Inv. kst – 40%**	**Inv. kst +40%**
Directe effecten			
Investeringskosten	35,6	24,4	57,0
B&O-kosten (levensduurkosten)	0,0	0,0	0,0
Vermeden investeringen	0,0	0,0	0,0
Veiligheidseffecten (kosten overstroming)	2,3	2,3	2,3
Effecten tijdens de aanleg (schade landbouw)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Indirecte effecten			
Bereikbaarheid	0,0	0,0	0,0
Ruimtelijke kwaliteit (planschade)	2,2	2,3	2,3
Totaal kosten	**40,1**	**28,9**	**61,5**

Vanzelfsprekend stijgt het MKBA-saldo voor beide alternatieven indien de kosten hoger zijn dan geraamd en daalt het indien de kosten lager zijn dan geraamd. De conclusie dat alternatief Dijken het beste scoort vanuit een maatschappelijk-economisch perspectief verandert niet. Ook bij 40 procent lagere kosten voor het alternatief DKM scoort het alternatief DKM niet veel beter dan in een situatie met 40 procent hogere kosten voor het alternatief Dijken.

10.9.2 Discontovoet

Door een andere risicowaardering te hanteren (c.q. andere discontovoet), komen de kosten en baten die verder in de toekomst liggen in een andere verhouding te staan met de kosten en baten die in de eerste jaren worden gegenereerd. In de basisberekening is uitgegaan van 4,5 %. Tabel

10.11 laat zien wat het NCW-saldo bedraagt bij een discontovoet van 3 % en bij een discontovoet van 6 %.

Tabel 10.11 Uitkomsten gemonetariseerde effecten tegen verschillende discontovoeten (NCW 2019, pp 2016, mln. €)

Effecten	**Alt. 1 DKM**			**Alt. 2 Dijken**		
Discontovoet	3,0 %	4,5% (basis)	6,0 %	3,0 %	4,5% (basis)	6,0 %
Totaal kosten	**97,1**	**87,0**	**81,6**	**50,6**	**40,1**	**33,5**

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat een lagere discontovoet leidt tot lagere MKBA-kosten van de beschouwde alternatieven en dat een hogere discontovoet leidt tot hogere MKBA-saldi. Het effect van verschillende discontovoeten werkt vooral door in de investeringen die het overgrote deel van de kosten uitmaken. Alternatief 2 Reguliere dijkversterking blijft het beste scoren.

10.9.3 Alternatief 3 ‘bewust uitstellen van een besluit rondom de DKM’

Deze studie heeft te maken met onzekerheden bij de kostenbepaling. Op dit moment is er namelijk onvoldoende inzicht in de bodemopbouw om een gefundeerde uitspraak te kunnen doen over de sterkte van de keringen. De versterkingsopgave is zodoende niet exact te bepalen. Deze onzekerheid wordt weggenomen in de aankomende beoordelingsronde waarbij de dijken volgens de nieuwe systematiek worden beoordeeld. Door pas in 2030 (of na de beoordelingsronde) een keuze te maken over de dynamische keermiddelen wordt deze risicobandbreedte beperkt.

Uit onderstaande tabel komt naar voren dat alternatief 3 (DKM 2030) een significant lagere netto contante waarde heeft dan alternatief 1. Dit komt omdat de grote investeringen verder in de toekomst liggen. Verder is uitgegaan van identieke veiligheidseffecten en planschade effecten als voor het alternatief 1.

Tabel 10.12 Uitkomsten gemonetariseerde effecten inclusief Alt DKM 2030 (NCW 2019, pp 2016, mln. €)

Effecten	Alt. 1 DKM	Alt. 2 Dijken	Alt. 3 DKM 2030
Directe effecten			
Investeringskosten	74,6	35,6	53,0
B&O-kosten (levensduurkosten)	10,1	0,0	6,4
Vermeden investeringen	0,0	0,0	0,0
Veiligheidseffecten (kosten overstroming)	2,1	2,3	2,1
Effecten tijdens de aanleg (schade landbouw)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Indirecte effecten			
Bereikbaarheid	0,0	0,0	0,0
Ruimtelijke kwaliteit (planschade)	0,2	2,2	0,2
Totaal kosten	**87,0**	**40,1**	**62,4**

Alternatief 2 Dijken heeft nog steeds de beste MKBA-saldo score, gevolgd door alternatief 3.

10.10 Conclusies

De resultaten van deze MKBA laten zien dat alternatief 2 Dijken het beste scoort op de gemonetariseerde effecten. Dit wordt vooral veroorzaakt door de hogere investeringskosten en beheer- en onderhoudskosten van het alternatief DKM. De uitkomsten van de gevoeligheidsanalyses bevestigen deze observatie. Wat betreft de niet-gemonetariseerde effecten blijkt dat het alternatief DKM beter scoort.

De algemene conclusie is dat alternatief 2 Dijken maatschappelijk-economisch gezien het interessantst lijkt om uit te voeren. Hierbij zijn echter enkele kanttekeningen te plaatsen:

Bij de gevoeligheidsanalyse is reeds aangehaald dat de onderliggende kostenraming heeft te maken met onzekerheden als gevolg van de nog plaats te vinden 1^{e} wettelijke beoordelingsronde en het ontbreken van het bijbehorende grondonderzoek. De mogelijke gevolgen en ook het gegeven dat in dit onderzoek alleen rekening is gehouden met een snelle klimaatverandering (Deltascenario’s Stoom en Warm) zijn niet gekwantificeerd in de Nota en zijn daarom niet meegenomen in deze MKBA.

11 Literatuur

1. Brabantse Delta (2016). Analyse haalbaarheid dynamische Keermiddelen. Zaaknummer 15.ZK10629, kenmerk 15UT011887, 25-01-2016.
2. Bijlage 1: Brabantse Delta (2015). Historisch dossier Keermiddelen. Memo, 15-11-2015.
3. Bijlage 2: Deltares (2015). Kosten dijkversterking Amertakken ten behoeve van haalbaarheidsstudie keersluizen Amer, 30-10-2015.
4. Bijlage 3: IV-Infra (2015). WSBD, keersluizen Geertruidenberg Rapportage principeoplossingen en kostenramingen keersluizen Geertruidenberg, INFR150897-R-01.
5. Bijlage 4: HWBP. LCC in dijkversterking voor een doelmatige oplossing.
6. Bijlage 5: LCC raming dijkversterking.
7. Bijlage 6: Brabantse Delta (2015). Stakeholderanalyse dossier keermiddelen. Memo.
8. RHDHV (2015). Veiligheidsanalyse Dijkversterking Geertuidenberg en Amertak, Royal Haskoning-DHV, referentie RDCBD9169R001F01, 16-09-2015.
9. HKV (2016). rapport_AmertakDonge_d1.0_definitief.docx_S_16IN013627_1
10. KPR (2016). 2016_03_24 KPR-advies dynamische keermiddelen Amertak en Donge v2
11. RHDHV (2016). Nadere veiligheidsanalyse. WATBD9169R004F03_DefVeiligheidsanalyseGeertuidenbergAmertak_20160617
12. Factsheet VNK 2 – Overschrijdingskans Overstromingskans Overstromingsrisico
13. Deltares (2016). *Handleiding KOSWAT (conceptversie).* Versie 2.3.0.
14. Ecorys (2010). *Landelijke Capaciteitsanalyse Binnenhavens. Nationaal beeld van het netwerk van binnenhavens op basis van actuele prognoses*.
15. KIM (2013). *De Maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden*.
16. Rijkswaterstaat (2012). *KBA bij MIRT-verkenningen. Kader voor het invullen van de OEI-formats*. Den Haag.
17. Rijkswaterstaat-DWW (2005*). HIS – Schade en Slachtoffer Module Versie 2.1. Gebruikershandleiding*.
18. Werkgroep Discontovoet (2015). *Rapport Werkgroep Discontovoet 2015*.

Bijlage

1

Analyse Donge en Amertak ten behoeve van kosteninschatting

Notitie

Concept

Contactpersoon Lisa de Gee, Kevin van der Giessen

Datum 3 augustus 2016

Kenmerk N001-1238089DGL-V01

Analyse waterkeringen Donge en Amertak tbv kosteninschatting

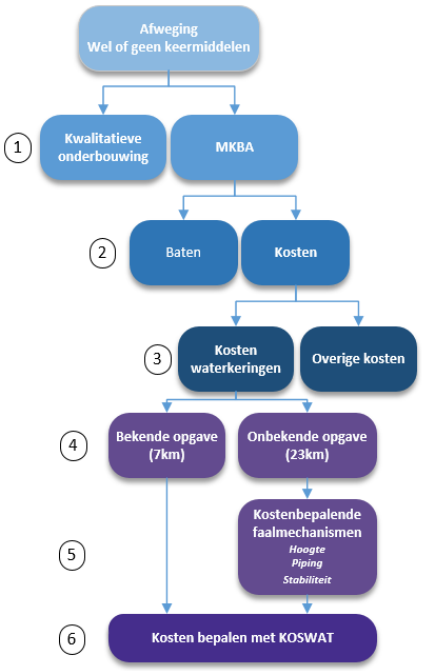
1 Aanleiding

Binnen het project van Dijkversterking Geertruidenberg en Amertak (GeA) wordt onderzocht of het aanbrengen van twee dynamische keermiddelen (DKM) om de Donge en de Amertak af te sluiten, een realistisch alternatief is. Bij de keuze voor het realiseren van deze kunstwerken kunnen de achterliggende primaire waterkeringen langs de Donge, de Amertak en het Wilhelminakanaal (vanaf Oosterhout) afgewaardeerd worden tot regionale keringen. De waterkeringen binnen het betreffende systeem vallen binnen drie dijkringen: 34, 34a en 35.

Om een afweging te kunnen maken tussen het aanbrengen van keermiddelen (en keringen afwaarderen tot regionale status) of niet (en het handhaven van primaire keringen), wordt een kwalitatieve afweging gemaakt (impact op omgeving) en wordt een MKBA opgesteld **(1)**.
Eén van de onderdelen van de MKBA, naast de baten, is een afweging op kosten tussen beide alternatieven **(2)**.

De kosten van de waterkeringen die de versterkingsopgave bij beide alternatieven (wel of geen keermiddelen) met zich mee brengt is één van de kostenaspecten **(3)**.

Om de kosten in te kunnen schatten wordt de opgave bepaald **(4 en 5)** om vervolgens de kosten van het uitvoeren van deze versterkingsopgave met KOSWAT te bepalen **(6)**.



2 Kosten waterkeringen

Om een inschatting te kunnen maken van de kosten van de versterkingsopgave van de waterkeringen binnen het systeem, is in een eerder stadium door WSBD een aantal scenario's opgesteld [9]. Deze scenario's zijn door Deltares met KOSWAT op kosten gezet [10]. De opgave binnen deze scenario's is bepaald aan de hand van de Basisveiligheidsanalyse. Ondertussen is de definitieve versie van de Veiligheidsanalyse beschikbaar. Aan de hand van deze Veiligheidsanalyse wordt de opgave voor de waterkeringen binnen het hele systeem afgeleid om vervolgens nieuwe berekeningen met KOSWAT te maken om de kosten van de verbeteropgave inzichtelijk te maken.

3 Versterkingsopgave

De waterkeringen binnen het systeem, ca. 30 km, zijn onder te verdelen in twee categorieën:

- Waterkeringen binnen scope GeA (7 km)
  Voor deze waterkeringen is een Veiligheidsanalyse [1] uitgevoerd, waarmee de opgave in beeld is.
- Waterkeringen buiten scope GeA (19 km)
  Voor deze waterkeringen is geen Veiligheidsanalyse uitgevoerd, daarmee is de opgave niet in beeld. Voor de kosteninschatting wordt de opgave voor de drie kostenbepalende faalmechanismen (hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts en piping) bepaald obv grove analyse volgens onderstaande werkwijze.

Onderstaande paragrafen beschrijven hoe we, met de beperkt beschikbare informatie, de versterkingsopgave voor de keringen buitende scope van de Veiligheidanalyse inschatten:

- Paragraaf 3.1: Geen keermiddelen - handhaven primaire status
- Paragraaf 3.2: Wel keermiddelen - afwaarderen tot regionale status

Algemeen geldt dat we voor keuzes en uitgangspunten zo veel mogelijk de lijn van de Veiligheidsanalyse en het OI2014v3 [8] aanhouden.

Beschikbare informatie	
Veiligheidsanalyse	Grondonderzoek: DINOloket
Inputgegevens Veiligheidsanalyse	Resultaten VNK2
Hoogtegegevens: AHN2	Toetsing LTR3

3.1 Geen keermiddelen - handhaven primaire status

Voor de keringen buiten de scope van de Veiligheidsanalyse beschrijven de onderstaande paragrafen hoe we de versterkingsopgave per faalmechanisme inschatten.

3.1.1 Hoogte

Voor het bepalen of de waterkeringen voldoende hoogte hebben zijn onderstaande gegevens nodig:

- Benodigde kruinhoogte
- Aanwezige kruinhoogte

De benodigde kruinhoogte voor de keringen buiten de scope van de Veiligheidsanalyse is niet direct beschikbaar.

Technische werkwijze
Om tot een eerste grove inschatting te komen van de hoogte-opgave van de waterkeringen die buiten de scope van de veiligheidsanalyse vallen, gaan we als volgt te werk:

Van de keringen buiten de scope van de Veiligheidsanalyse, is de benodigde kruinhoogte onbekend. Daarom nemen we de hoogst benodigde kruinhoogte over uit de Veiligheidsanalyse. Vervolgens vergelijken we de benodigde kruinhoogte met aanwezige kruinhoogte uit AHN2 (zie onderstaande figuur).

3.1.2 Macrostabiliteit binnenwaarts

Voor het schematiseren en berekenen van de binnenwaartse stabiliteit zijn in ieder geval onderstaande gegevens nodig:

- Geometrie van de waterkering inclusief het achterland
- Lokale bodemopbouw
- Lokale dijkopbouw
- Sterkteparameters grondlagen
- Waterstanden (toets- of ontwerppeil, polderpeil)
- Stijghoogte in het eerste watervoerende pakket

Bovenstaande gegevens zijn voor de keringen buiten de scope van de Veiligheidsanalyse beperkt beschikbaar.

Vanuit de derde toetsronde zijn geen stabiliteitsberekeningen beschikbaar [2, 3 en 4]. De waterkeringen langs het Wilhelminakanaal, de Amertak en de Donge zijn rond 2000 verbeterd. In de derde toetsronde hebben de keringen het oordeel “goed” toegekend gekregen op basis van de toegepaste ontwerpmethodiek. In de studie VNK2 zijn voor deze dijkstrekkingen zeer beperkt

stabiliteitsberekeningen uitgevoerd [6 en 7]. Er zijn voor slechts 2 locaties stabiliteitsberekeningen uitgevoerd, waarvan 1 locatie reeds beschouwd is in de Veiligheidsanalyse.

Technische werkwijze
Om tot een eerste grove inschatting te komen van het veiligheidsoordeel voor de stabiliteit van de waterkeringen die buiten de scope van de veiligheidsanalyse vallen, gaan we als volgt te werk:

Allereerst doen we een scan op basis van geometrie (kruinbreedte, taludhelling, kerende hoogte, aanwezigheid teensloot) en omgeving (landelijk en stedelijk gebied). Op basis van daarvan maken we voor een aantal specifieke kenmerken die vaak bepalend zijn voor de stabiliteit van de waterkering een vergelijk met de keringen die zijn beschouwd in de Veiligheidsanalyse.
Op basis van deze vergelijking met de dijkvakken beschouwd in de Veiligheidsanalyse bepalen we of het (on)waarschijnlijk is of het oordeel uit de Veiligheidsanalyse ook kan gelden voor de beschouwde dijksectie.

Beschikbare gegevens
- Geometrie van de waterkering en het achterland op basis van het AHN2
- Bodemopbouw obv het DINOloket en GeoTOP
- Sterkteparameters van de grondlagen (niet lokaal, obv Veiligheidsanalyse) Buitenwaterstand op basis van de Veiligheidsanalyse

(Nog) niet beschikbare informatie:
- Polderpeilen en stijghoogte
- Lokale bodemopbouw
- Lokale dijkopbouw
- Lokale sterkteparameters grondlagen

3.1.3 Piping

Voor het schematiseren en berekenen van piping zijn in ieder geval onderstaande gegevens nodig:
- Lokale bodemopbouw
- Lokale dijkopbouw
- Geometrie
- Waterstanden (polderpeilen, buitenwaterstand)
- Maaiveldhoogte achterland
- D_{70} en doorlatendheid

Bovenstaande gegevens zijn voor de keringen buiten de scope van de Veiligheidsanalyse beperkt beschikbaar.

Technische werkwijze
Om tot een eerste grove inschatting te komen van het veiligheidsoordeel voor de pipinggevoeligheid van de waterkeringen die buiten de scope van de veiligheidsanalyse vallen, gaan we als volgt te werk:

De opgave voor piping wordt bepaald een combinatie van verval en kwelweglengte. Door voor enkele kenmerkende dijksecties het verval en de aanwezige kwelweg te analyseren, ook op basis van de beschikbare gegevens uit de Veiligheidsanalyse, schatten we in van welke delen van de waterkering we verwachten dat de weerstand tegen piping onvoldoende is.

Beschikbare informatie:
- Geometrie obv AHN2
- Bodemopbouw obv DINO-loket
- Waterstanden: buitenwaterstand (niet lokaal, maar obv Veiligheidsanalyse)
- D_{70} en doorlatendheid (niet lokaal, maar obv Veiligheidsanalyse)

(Nog) niet beschikbare informatie:
- Waterstanden: polderpeilen
- Lokale dijkopbouw
- Lokale bodemopbouw (DINO te beperkt?)
- Lokale sterkteparameters grondlagen

3.2 Wel keermiddelen - afwaarderen tot regionale status

Voor de regionale keringen hanteren we dezelfde werkwijze, met als wijziging ten opzichte van de keringen met primaire status:
- Lagere buitenwaterstand: sluitpeil keermiddelen
- Lagere normering en andere veiligheidsfactoren in berekeningen

4 Analyse

4.1 Uitgangspunten primair

Algemeen

- De geometrische kenmerken zijn ontleent uit het AHN2.
- De globale bodemopbouw is afgeleid uit het ondergrondmodel GeoTOP van TNO-NITG (bijlage 2 t/m 4).
- Van constructies zijn geen gegevens beschikbaar. Op basis van expert judgement is een inschatting gedaan van het mogelijke oordeel.

Piping (STPH)
In de Veiligheidsanalyse [1] is het mechanisme piping voor het zichtjaar 2020 beschouwd met de rekenregelen van Sellmeijer [12]. Om een inschatting te kunnen maken van alle vakken binnen het systeem voor de zichtjaren 2070 en 2120 zijn aanvullend berekeningen met Sellmeijer uitgevoerd met de waterstanden behorend bij de zichtjaren 2070 en 2120.

De dijkopbouw van de vakken buiten de scope van de Veiligheidsanalyse is onbekend. Zowel in het DINO-loket als de GeoTOP is geen informatie van de dijkopbouw opgenomen. Conservatief wordt uitgegaan van een kleidijk, waarmee een zand-op-zand-situatie (geen piping) wordt uitgesloten.

Bij een aantal dijkvakken is een breed voorland aanwezig. Echter, er zijn geen gegeven beschikbaar van de opbouw van het voorland, waardoor niet kan worden ingeschat of de deklaag voldoende dik is. Daarom is bij aanwezigheid van voorland conservatief uitgegaan van een intredepunt bij de buitenteen van de dijk.

Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)
Belangrijk bij deze analyse zijn de verschillende zichtjaren die beschouwd worden. In de Veiligheidsanalyse [1] is de stabiliteit voor de waterkeringen langs de Amertak beschouwd voor het zichtjaar 2070. Voor de keringen langs de Donge is de stabiliteit beschouwd voor het zichtjaar 2020. Om inzicht te krijgen in de stabiliteit van de beschouwde keringen voor alle zichtjaren (2020, 2070 en 2120) zijn de berekeningen uit de Veiligheidsanalyse ook uitgevoerd voor de niet beschouwde zichtjaren. Hiertoe is de bijbehorende buitenwaterstand geschematiseerd en is bekeken of deze ook invloed heeft op het verloop van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket over de waterkering. Voor alle berekeningen in de Veiligheidsanalyse volgt dat opbarsten van de cohesieve deklaag in het achterland mogelijk is. Hierdoor wordt ter plaatse van de

opbarstzone in het achterland de grenspotentiaal geschematiseerd (gronddruk is gelijk aan de waterdruk). Deze grenspotentiaal staat niet onder invloed van de buitenwaterstand. Dit betekent dat de beschouwing van een groter zichtjaar en de bijbehorende hogere waterstand slechts een beperkt negatieve invloed heeft op berekende stabiliteit bij een kleiner zichtjaar en een lagere waterstand. De beperkt negatieve invloed is toe te schrijven aan de toename van de freatische lijn in de waterkering

Bovenstaande is van toepassing op alle waterkeringen binnen het systeem. Voor een groot deel van de keringen geldt dat een cohesieve deklaag aanwezig is in het achterland (dikte circa 1,0 tot 2,0 m). Gezien deze beperkte laagdikte is opbarsten niet uit te sluiten. Meer naar het zuiden is deze deklaag niet meer aanwezig en is de ondergrond onder de waterkering volledig zandig. Dit betekent dat de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket over de waterkering verloopt van de buitenwaterstand naar polderpeil. Ook in deze situatie zal een toename van de waterstand slechts een beperkte negatieve invloed hebben op de stabiliteit. Alleen de freatische lijn in de waterkering neemt toe. Op basis van bovenstaande is het uitgangspunt dat de oordelen wat betreft de stabiliteit van de waterkeringen die beschouwd zijn in de Veiligheidsanalyse en die we interpoleren over het hele systeem voor alle zichtjaren naar alle waarschijnlijkheid hetzelfde zijn.

Op basis van deze globale analyse is het, door het gebrek aan meer gedetailleerde informatie, erg lastig om de opgave per zichtjaar concreet te maken wanneer het oordeel voor een dijkvak naar verwachting onvoldoende is. Aangezien het opbarsten van de cohesieve deklaag in het achterland een van de voornaamste reden is voor het onvoldoende oordeel van een aantal dijkvakken lijkt een oplossing in de vorm van een steunberm aannemelijk. Op basis van expert judgement is steeds een inschatting gemaakt of de te verwachte opgave voor stabiliteit klein, gemiddeld of groot is. Dit resulteert in onderstaande verbeteropgaven:

- Kleine verbeteropgave stabiliteit: steunberm met hoogte 1,0 m en breedte 5,0 m
- Gemiddelde verbeteropgave stabiliteit: steunberm met hoogte 1,5 m en breedte 10 m
- Grote verbeteropgave stabiliteit: steunberm met hoogte 2,0 m en breedte 15 m

Hoogte (HT)
De waterkeringen langs de Donge, de Amertak en het Wilheminakanaal zijn voor hoogte beschouwd aan de hand van de AHN2 en onderverdeeld in vijf categorieën.

<u>Categorie 1a</u>
De huidige kruinhoogte is voldoende bij toetsing aan de benodigde kruinhoogtes bij de waterstanden van 2070 en 2120.

<u>Categorie 1b</u>

De huidige kruinhoogte is voldoende bij toetsing aan de benodigde kruinhoogte bij de waterstand van 2070. De huidige kruinhoogte is daarentegen onvoldoende bij de waterstand van 2120. Echter, het hoogtetekort is kleiner dan 0,15m.

Categorie 1b
De huidige kruinhoogte is voldoende bij toetsing aan de benodigde kruinhoogte bij de waterstand van 2070. De huidige kruinhoogte is daarentegen onvoldoende bij de waterstand van 2120. Echter, het hoogtetekort is groter dan 0,15m.

Categorie 2
De huidige kruinhoogte is onvoldoende bij toetsing aan de benodigde kruinhoogte bij de waterstand van 2070. Het hoogtetekort is groter dan 0,15m. De huidige kruinhoogte is eveneens onvoldoende bij de waterstand van 2120, maar kleiner dan 0,15m.

Categorie 3
De huidige kruinhoogte is onvoldoende bij toetsing aan de benodigde kruinhoogte bij de waterstand van 2070. Het hoogtetekort is groter dan 0,15m. De huidige kruinhoogte is onvoldoende bij de waterstand van 2120, en eveneens groter dan 0,15m.

4.2 Uitgangspunten regionaal

Voor regionale waterkeringen geldt een andere, lagere normeis dan voor primaire waterkeringen. In de Veiligheidsanalyse [1] is uitgegaan van een norm gerelateerd aan de overstromingskans, voor regionale waterkeringen wordt uitgegaan van een norm gerelateerd aan de overschrijdingsfrequentie. Het verwachte sluitpeil in de situatie dat de Amertak en Donge worden afgesloten door keermiddelen is NAP +3,0 m. Dit sluitpeil is inherent aan een overschrijdingsfrequentie van 1/100 per jaar en is nagenoeg gelijk aan de waterstand behorende bij het zichtjaar 2020. Overige zichtjaren zijn niet beschouwd aangezien de aanname is dat bij realisatie van de keermiddelen het sluitpeil gelijk blijft.

Voor primaire waterkeringen geldt voor de schematiseringsfactor een minimale waarde van 1,1 en een maximale waarde van 1,3. In de Veiligheidsanalyse is een waarde van 1,2 aangenomen. De schematiseringsfactor is niet rekenkundig afgeleid. Doordat voor de Veiligheidsanalyse echter veel grondonderzoek is uitgevoerd, is de gemiddelde waarde voor de schematiseringsfactor van 1,2 aannemelijk geacht. Voor regionale waterkeringen is de minimale waarde voor de schematiseringsfactor 1,0, de maximale waarde is 1,2. Voor deze analyse is de lijn gevolgd conform de Veiligheidsanalyse en is voor de schematiseringfactor een gemiddelde waarde aangenomen, deze is voor regionale waterkeringen 1,1.

Piping (STPH)
Uit de Veiligheidsanalyse [1] volgt voor de vakken binnen de scope een deklaagdikte van maximaal 2 meter. Uit GeoTOP blijkt dat voor de overige vakken niet met zekerheid is te stellen dat een dikkere deklaag aanwezig is. Daarom wordt conform de Leidraad toetsen op veiligheid van regionale waterkeringen [11] voor regionale keringen zonder deklaag of met een dunne deklaag (<2) een sterktefactor van 1,2 gehanteerd. In onderstaande tabel is opgenomen op welke wijze de veiligheidsfactor voor regionale keringen wordt afgeleid. De veiligheidsfactor is alleen afgeleid voor het rekenmodel Bishop. Uit de Veiligheidsanalyse [1] blijkt dat dit voor alle beschouwde factor het maatgevende rekenmodel is.

Tabel 4-1: Bepaling veiligheidsfactor stabiliteit regionale waterkering

Norm	Sterktefactor	Schematiseringfactor	Veiligheidsfactor
1/100	1,2	1,1	1,32

Het beschouwen van de keringen als regionale keringen met een lagere eis, geeft geen ander beeld van de verbeteropgave voor piping. De kwelwegtekorten blijven over het algemeen groot. Dezelfde vakken als bij de beschouwen als primaire keringen, worden ook nu afgekeurd.

Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)
Conform de Leidraad toetsen op veiligheid van regionale waterkeringen [11] is de schadefactor behorende bij een overschrijdingsnorm van 1/100 per jaar voor macrostabiliteit 0,90. In onderstaande tabel is opgenomen op welke wijze de veiligheidsfactor voor regionale keringen wordt afgeleid. De veiligheidsfactor is alleen afgeleid voor het rekenmodel Bishop. Uit de Veiligheidsanalyse [1] blijkt dat dit voor alle beschouwde factor het maatgevende rekenmodel is.

Tabel 4-2: Bepaling veiligheidsfactor stabiliteit regionale waterkering

Norm	Schadefactor	Modelfactor (Bishop)	Schematiseringfactor	Veiligheidsfactor
1/100	0,90	1,00	1,1	0,99

De veiligheidsfactor voor primaire waterkeringen ligt circa viertienden hoger dan wanneer de waterkering als regionaal wordt beschouwd (tabel 4-2). Alle stabiliteitsberekening uit de Veiligheidsanalyse voldoen aan de eis voor regionaal. Daarmee is er naar verwachting geen opgave voor stabiliteit wanneer de Amertak en Donge worden afgesloten.

Tabel 4-3: Veiligheidsfactoren primair versus regionaal

Traject	Trajectnaam	Veiligheidsfactor primair	Veiligheidsfactor regionaal	Berekende stabiliteitsfactor Bishop [1]
34-1	Amertak West Noord	1,33	0,99	1,46
34-1	Amertak West Midden	1,33	0,99	1,45
34-1	Amertak West Zuid	1,33	0,99	1,54
34a-1	Amertak Oost Noord	1,36	0,99	1,46
34a-1	Amertak Oost Midden	1,36	0,99	1,45
34a-1	Donge West Hoog	1,36	0,99	1,09
34a-1	Donge West Laag	1,36	0,99	1,03
35	Donge Oost	1,39	0,99	1,11

Hoogte
Voor het beschouwen van de waterkeringen als regionale keringen wordt voor hoogte dezelfde werkwijze aangehouden als voor de keringen bij primaire status. Echter, wordt alleen gekeken naar de benodigde kruinhoogte bij de waterstand van 2020 (nagenoeg gelijk aan sluitpeil dynamische keermiddelen).

4.3 Resultaat – primaire waterkeringen

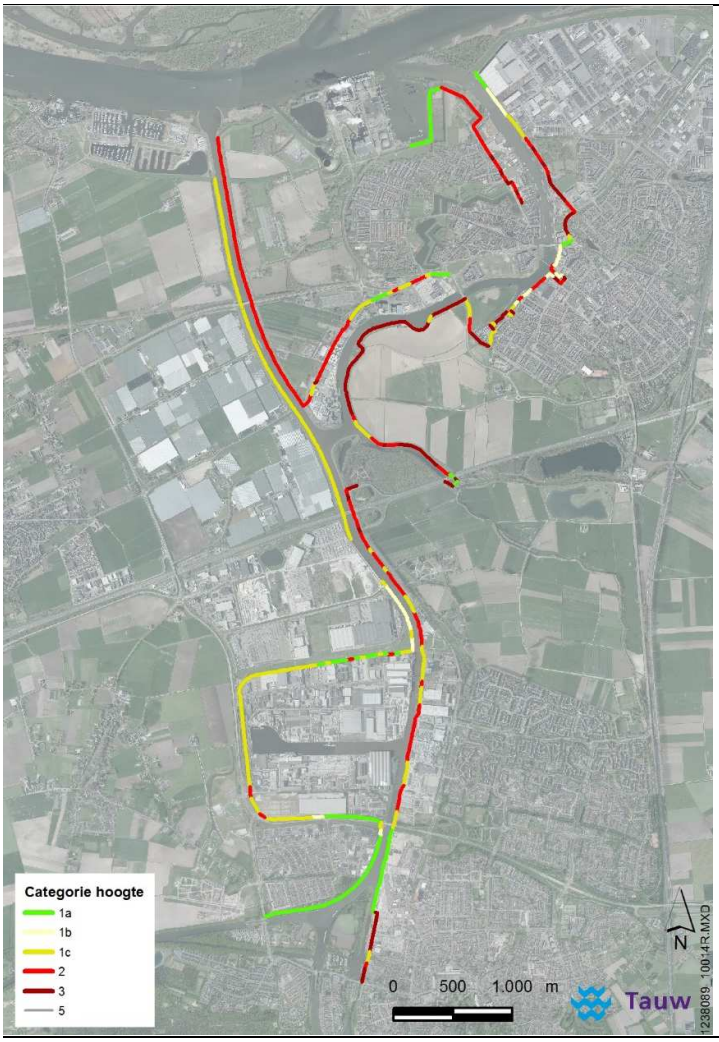
4.3.1 Hoogte

Figuur 4.1 geeft in een kaartje de verschillende categorieën van alle waterkeringen binnen het systeem.

Tabel 4-4 geeft de lengtes per categorie.

Tabel 4-4: Lengtes per categorie (HT)

Categorie	Lengte (m)
1a	4400
1b	1550
1c	8550
2	7790
3	4490
Geen data	440



Figuur 4.1 Hoogte per categorie

4.3.2 Macrostabiliteit binnenwaarts

Onderstaande tabel geeft de verwachte opgave voor macrostabiliteit binnenwaarts bij status primair voor de verschillende zichtjaren. In bijlage 1 is de vakindeling opgenomen. Bijlage 5 t/m 7 geven per vak een onderbouwing.

Vak	2020		2070		2120	
	Oordeel	Opgave	Oordeel	Opgave	Oordeel	Opgave
14-34-01-D B1	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
14-34-01-D B2	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
14-34-01-D B3	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
14-34-01-D B3	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
34_1	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
34_2	Onvoldoende	gemiddeld	Onvoldoende	gemiddeld	Onvoldoende	gemiddeld
34_3	Onvoldoende	klein	Onvoldoende	klein	Onvoldoende	klein
34_4	Onvoldoende	gemiddeld	Onvoldoende	gemiddeld	Onvoldoende	gemiddeld
34_5	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
34_6	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
34_7	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
34_8	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
34_9	Voldoende	nvt	Onvoldoende	klein	Onvoldoende	klein
14-34a-05-D	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
14-34a-04-D B1	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
14-34a-04-D B2	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
14-34a-04-D B3	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
34a_1	Onvoldoende	gemiddeld	Onvoldoende	gemiddeld	Onvoldoende	gemiddeld
34a_2	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
34a_3	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
14-35-03-D	Onvoldoende	gemiddeld	Onvoldoende	gemiddeld	Onvoldoende	gemiddeld
35_1	Onvoldoende	gemiddeld	Onvoldoende	gemiddeld	Onvoldoende	gemiddeld
35_2	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
35_3	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
35_4	Onvoldoende	klein	Onvoldoende	klein	Onvoldoende	klein
35_5	Onvoldoende	klein	Onvoldoende	klein	Onvoldoende	klein
35_6	Onvoldoende	gemiddeld	Onvoldoende	gemiddeld	Onvoldoende	gemiddeld
35_8	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
35_9	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt
35_10	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt	Voldoende	nvt

4.3.3 Piping

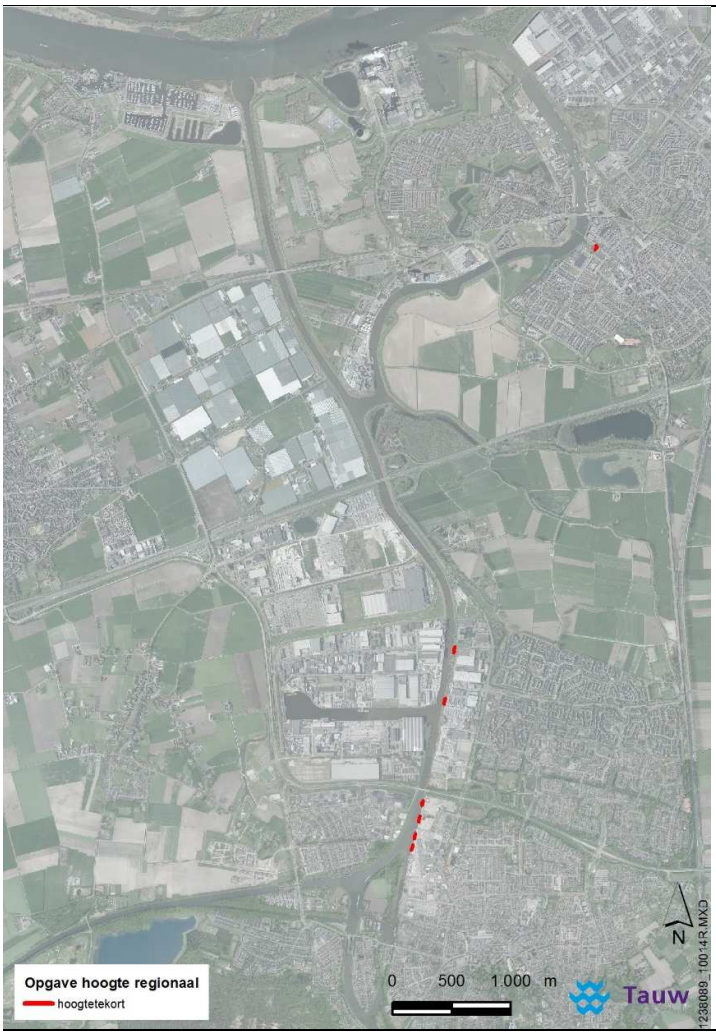
Onderstaande tabel geeft de verwachte opgave voor piping bij status primair voor de verschillende zichtjaren. De kolom ‘opgave’ geeft het kwelwegtekort in meters. Bijlage 5 t/m 7 geven per vak een onderbouwing.

Vak	2020		2070		2120	
	Oordeel	Opgave	Oordeel	Opgave	Oordeel	Opgave
14-34-01-D B1	onvoldoende	55	onvoldoende	70	onvoldoende	85
14-34-01-D B2	onvoldoende	55	onvoldoende	70	onvoldoende	85
14-34-01-D B3	onvoldoende	55	onvoldoende	70	onvoldoende	85
14-34-01-D B3	onvoldoende	55	onvoldoende	70	onvoldoende	85
34_1	Kwelwegtekort overgenomen uit KOSWAT [10]					
34_2	onvoldoende	85	onvoldoende	100	onvoldoende	115
34_3	onvoldoende	70	onvoldoende	80	onvoldoende	100
34_4	onvoldoende	70	onvoldoende	80	onvoldoende	100
34_5	onvoldoende	70	onvoldoende	80	onvoldoende	100
34_6	onvoldoende	70	onvoldoende	80	onvoldoende	100
34_7	voldoende		voldoende		voldoende	
34_8	onvoldoende	70	onvoldoende	80	onvoldoende	100
34_9	onvoldoende	5	onvoldoende	20	onvoldoende	35
14-34a-05-D	onvoldoende	70	onvoldoende	85	onvoldoende	100
14-34a-04-D B1	onvoldoende	70	onvoldoende	85	onvoldoende	100
14-34a-04-D B2	onvoldoende	70	onvoldoende	85	onvoldoende	100
14-34a-04-D B3	onvoldoende	70	onvoldoende	85	onvoldoende	100
34a_1	onvoldoende	80	onvoldoende	95	onvoldoende	110
34a_2	voldoende		voldoende		voldoende	
34a_3	onvoldoende	60	onvoldoende	75	onvoldoende	90
14-35-03-D	onvoldoende	25	onvoldoende	40	onvoldoende	55
35_1	onvoldoende	25	onvoldoende	40	onvoldoende	55
35_2	voldoende		voldoende		voldoende	
35_3	voldoende		voldoende		voldoende	
35_4	voldoende		voldoende		voldoende	
35_5	onvoldoende	45	onvoldoende	55	onvoldoende	75
35_6	onvoldoende	45	onvoldoende	55	onvoldoende	75
35_8	voldoende		voldoende		voldoende	
35_9	voldoende		voldoende		voldoende	
35_10	voldoende		voldoende		voldoende	

4.4 Resultaat – regionale waterkeringen

4.4.1 Hoogte

Figuur 4.2 geeft de trajecten met een hoogtetekort bij regionale keringen. Het gaat slechts over een paar korte trajecten: 7 x 50m.



Figuur 4.2 Hoogte regionale keringen

4.4.2 Macrostabiliteit binnenwaarts

Onderstaande tabel geeft de verwachte opgave voor macrostabiliteit binnenwaarts bij status regionaal. Bijlage 5 t/m 7 geven per vak een onderbouwing.

Vak	2020	
	Oordeel	Opgave
14-34-01-D B1	voldoende	nvt
14-34-01-D B2	voldoende	nvt
14-34-01-D B3	voldoende	nvt
14-34-01-D B3	voldoende	nvt
34_1	voldoende	nvt
34_2	voldoende	nvt
34_3	voldoende	nvt
34_4	voldoende	nvt
34_5	voldoende	nvt
34_6	voldoende	nvt
34_7	voldoende	nvt
34_8	voldoende	nvt
34_9	voldoende	nvt
14-34a-05-D	voldoende	nvt
14-34a-04-D B1	voldoende	nvt
14-34a-04-D B2	voldoende	nvt
14-34a-04-D B3	voldoende	nvt
34a_1	voldoende	nvt
34a_2	voldoende	nvt
34a_3	voldoende	nvt
14-35-03-D	voldoende	nvt
35_1	voldoende	nvt
35_2	voldoende	nvt
35_3	voldoende	nvt
35_4	voldoende	nvt
35_5	voldoende	nvt
35_6	voldoende	nvt
35_8	voldoende	nvt
35_9	voldoende	nvt

35_10	voldoende	nvt

4.4.3 Piping

Onderstaande tabel geeft de verwachte opgave voor piping bij status regionaal. De kolom ‘opgave’ geeft het kwelwegtekort in meters. Bijlage 5 t/m 7 geven per vak een onderbouwing.

Vak	**2020**	
	Oordeel	**Opgave**
14-34-01-D B1	onvoldoende	45
14-34-01-D B2	onvoldoende	45
14-34-01-D B3	onvoldoende	45
14-34-01-D B3	onvoldoende	45
34_1	Kwelwegtekort overgenomen uit KOSWAT [10]	
34_2	onvoldoende	75
34_3	onvoldoende	60
34_4	onvoldoende	60
34_5	onvoldoende	60
34_6	onvoldoende	60
34_7	voldoende	
34_8	onvoldoende	60
34_9	onvoldoende	4
14-34a-05-D	onvoldoende	60
14-34a-04-D B1	onvoldoende	60
14-34a-04-D B2	onvoldoende	60
14-34a-04-D B3	onvoldoende	60
34a_1	onvoldoende	70
34a_2	voldoende	
34a_3	onvoldoende	55
14-35-03-D	onvoldoende	20
35_1	onvoldoende	20
35_2	voldoende	
35_3	voldoende	
35_4	voldoende	
35_5	onvoldoende	35
35_6	onvoldoende	35
35_8	voldoende	

35_9	voldoende
35_10	voldoende

4.5 Maatregelen

Om in KOSWAT de kosten te bepalen, wordt per situatie een maatregel meegenomen. Onderstaande paragrafen beschrijven hoe de maatregelen in KOSWAT zijn meegenomen. Uitgangspunt hierbij is dat in 2020 en 2030 de opgave voor het zichtjaar 2070 wordt gerealiseerd en in 2070 de opgave voor het zichtjaar 2120.

4.5.1 Hoogtetekort

De waterkeringen langs de Donge, de Amertak en het Wilheminakanaal zijn voor hoogte onderverdeeld in vijf categorieën. Hierbij wordt per 'versterkingsjaren' 2020 en 2070 onderscheid gemaakt tussen:
Hoogte voldoet → geen actie
Hoogte voldoet niet, tekort is kleiner dan 0,15m → hoogtetekort is beheersbaar
Hoogte voldoet niet, tekort is groter dan 0,15m → hoogtetekort is niet beheersbaar, ophogen tot benodigde kruinhoogte is noodzakelijk.

Categorie 1a
De huidige kruinhoogte is voldoende bij toetsing aan de benodigde kruinhoogtes bij de waterstanden van 2070 en 2120.

Categorie 1b
De huidige kruinhoogte is voldoende bij toetsing aan de benodigde kruinhoogte bij de waterstand van 2070. De huidige kruinhoogte is daarentegen onvoldoende bij de waterstand van 2120. Echter, het hoogtetekort is kleiner dan 0,15m en wordt daarmee ingeschat als beheersbaar.

Categorie 1b
De huidige kruinhoogte is voldoende bij toetsing aan de benodigde kruinhoogte bij de waterstand van 2070. De huidige kruinhoogte is daarentegen onvoldoende bij de waterstand van 2120. Echter, het hoogtetekort is groter dan 0,15m en wordt daarmee ingeschat als beheersbaar. Dat betekent dat in 2070 het hoogtetekort bij de waterstand van 2120 verholpen moet worden.

Categorie 2
De huidige kruinhoogte is onvoldoende bij toetsing aan de benodigde kruinhoogte bij de waterstand van 2070. Echter, het hoogtetekort is groter dan 0,15m en wordt daarmee ingeschat als beheersbaar. De huidige kruinhoogte is daarmee automatisch ook onvoldoende bij de

waterstand van 2120. Dat betekent dat in 2070 het hoogtetekort bij de waterstand van 2120 verholpen moet worden.

Categorie 3
De huidige kruinhoogte is onvoldoende bij toetsing aan de benodigde kruinhoogte bij de waterstand van 2070 (hoogtetekort > 0,15m). De huidige kruinhoogte is daarmee automatisch ook onvoldoende bij de waterstand van 2120. Dat betekent dat in 2020/2030 het hoogtetekort bij de waterstand van 2070 verholpen moet worden en vervolgens in 2070 het hoogtetekort bij de waterstand van 2120.

Deze vijf categorieën zijn nogmaals kort omschreven in onderstaande tabel.

Tabel

	Maatregel treffen in 2020/2030	**Maatregel treffen in 2070**
Categorie 1a	Geen	Geen
Categorie 1b	Geen	Beheersen (tekort <0,15m)
Categorie 1c	Geen	Ophogen tot benodigde kruinhoogte 2120
Categorie 2	Beheersen (tekort <0,15m)	Ophogen tot benodigde kruinhoogte 2120
Categorie 3	Ophogen tot benodigde kruinhoogte 2070	Ophogen tot benodigde kruinhoogte 2120

4.5.2 Tekort aan stabiliteit en/of kwelweglengte

Voor het bepalen van de maatregelen om het tekort aan stabiliteit of kwelweglengte te verhelpen wordt onderscheid gemaakt in vier gevallen, met verschillende maatregelen:

1. Geen stabiliteitstekort, geen kwelwegtekort
   Maatregel: geen

2. Wel een stabiliteitstekort, geen kwelwegtekort
   Maatregel: stabiliteitsberm

3. Geen stabiliteitstekort, wel een kwelwegtekort
   Maatregel: geotextiel (kwelwegtekort >20m), pipingberm (kwelwegtekort <20m)

4. Stabiliteitstekort en een kwelwegtekort
   Maatregel: Berm (kwelwegtekort <20m), Berm + geotextiel (kwelwegtekort >20m)

5 Literatuur

[1.] Royal Haskoning DHV (2016). Veiligheidsanalyse Dijkversterking Geertruidenberg en Amertak. Definitieve veiligheidsanalyse, referentie WATBD9169R004F03, versie 03/Finale versie, 17 juni 2016

[2.] DHV (2009). Toetsing op Veiligheid, Stabiliteit primaire waterkeringen dijkring 34, 3e toetsronde (2006-2011), referentie WA-HW20090364, versie D2.0, februari 2010

[3.] DHV (2009). Toetsing op Veiligheid, Stabiliteit primaire waterkeringen dijkring 34a, 3e toetsronde (2006-2011), referentie WA-HW20100006, versie D2.0, februari 2010

[4.] DHV (2009). Toetsing op Veiligheid, Stabiliteit primaire waterkeringen dijkring 35, 3e toetsronde (2006-2011), referentie WA-HW20100009, versie D2.0, februari 2010

[5.] Rijkswaterstaat Waterdienst (2011). Veiligheid Nederland in Kaart 2. Overstromingsrisico dijkringgebied 34, West Brabant. Referentie HB 1156836, december 2011.

[6.] Rijkswaterstaat WVL (2013). Veiligheid Nederland in Kaart 2. Overstromingsrisico dijkringgebied 34a, Geertruidenberg. Referentie HB 2126528, oktober 2013.

[7.] Rijkswaterstaat WVL (2014). Veiligheid Nederland in Kaart 2. Overstromingsrisico dijkringgebied 35, Donge. Referentie HB 2585118, oktober 2016.

[8.] Rijkswaterstaat (2015). Handreiking ontwerpen met overstromingskansen, versie 3, juli 2015

[9.] Waterschap Brabantse Delta (2016). Analyse haalbaarheid dynamische keermiddelen, versie C01, 25 januari 2016

[10.] Deltares (2015). Kosten dijkversterking Amertakken t.b.v. haalbaarheidsstudie keersluizen Amer, 30 oktober 2015.
[11.] STOWA (2015). Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen, STOWA 2015-15, mei 2015.
[12.] Deltares (2012). Onderzoeksrapport zandmeevoerende wellen, maart 2012

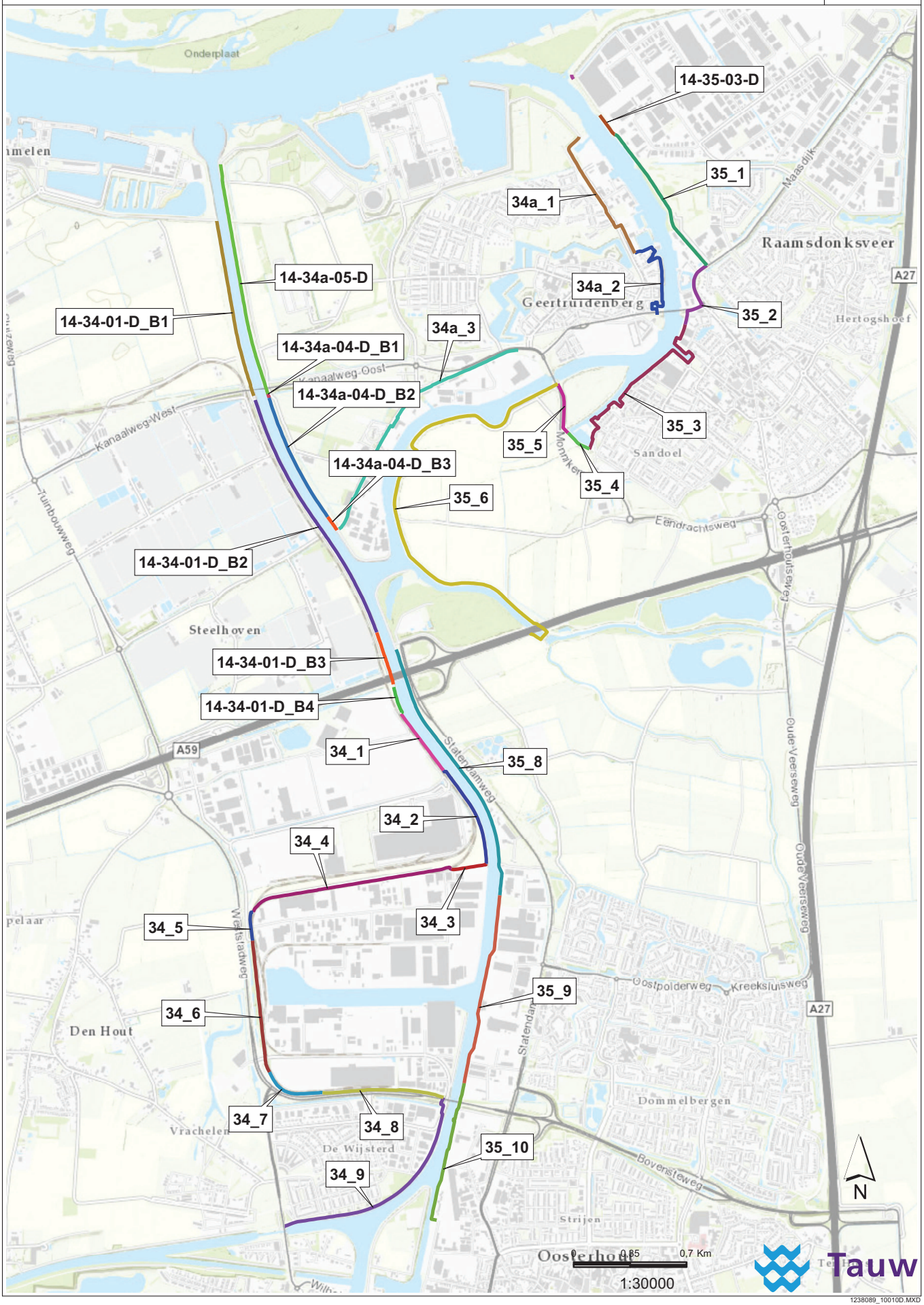
Concept

Kenmerk N001-1238089DGL-V01

Bijlage 1 - Overzichtskaart vakken

Overzichtskaart dijkvakken

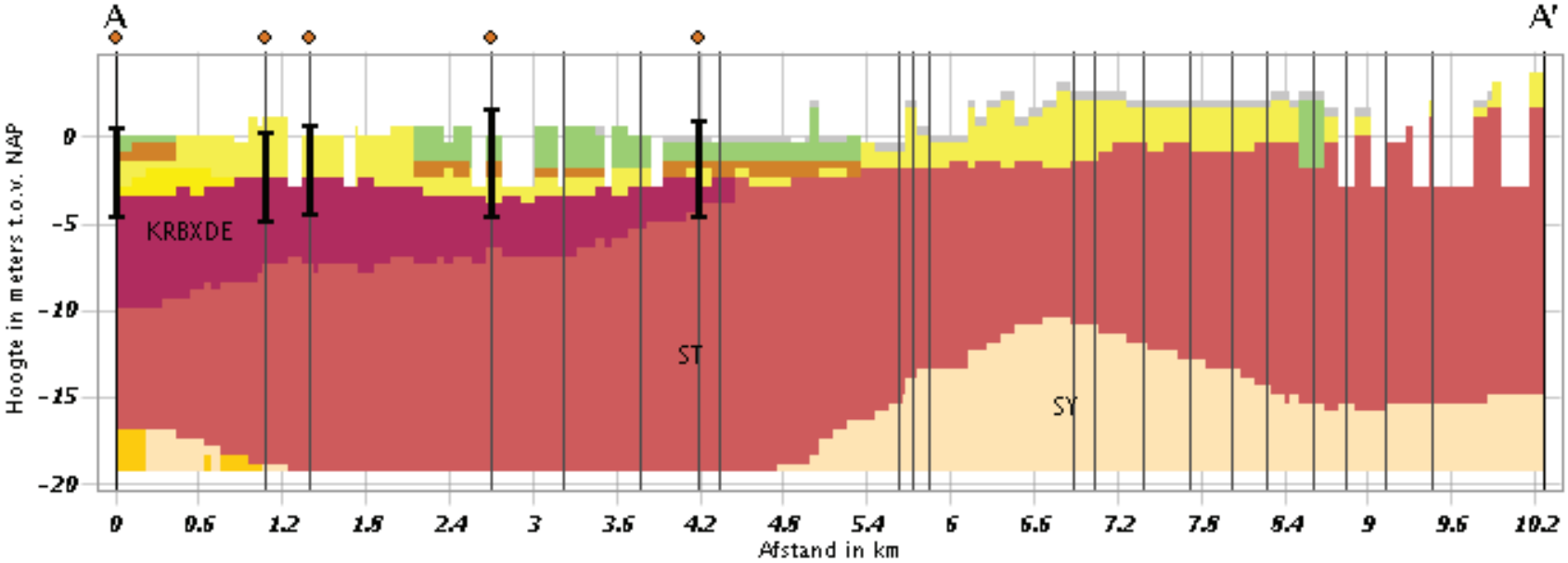
.



Bijlage 2 - GeoTOP DR34

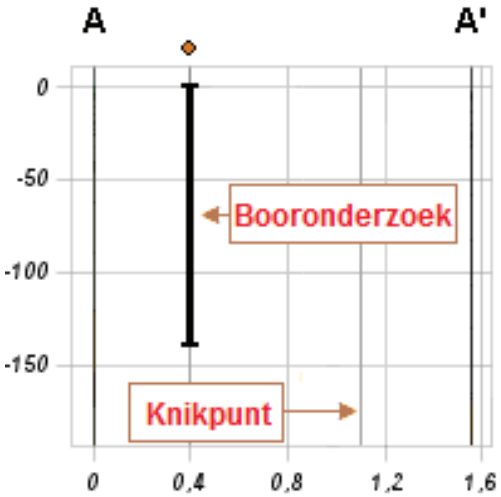
Verticale Doorsnede GeoTOP v1.3

Hoogte t.o.v. NAP: -19



Geologische eenheid

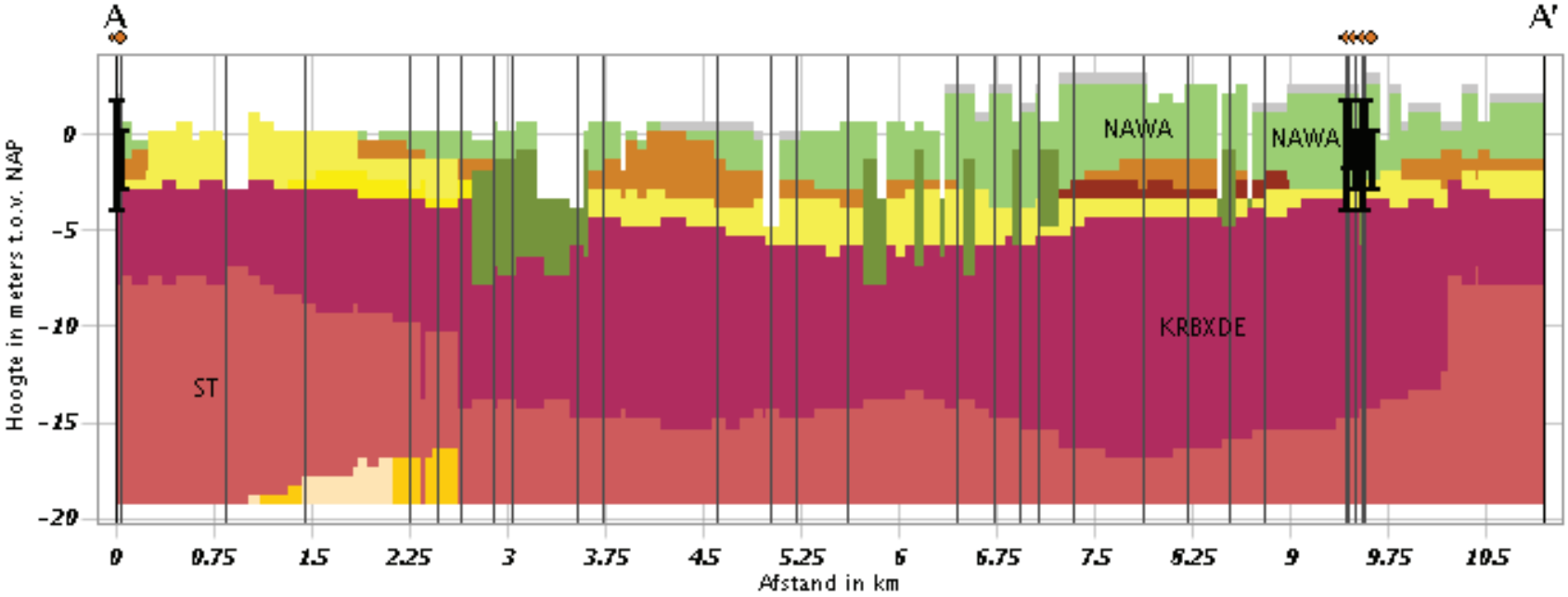
- AAOP
- NAWA
- NIHO
- BXWISIKO
- BX
- KRBXDE
- ST
- SY
- PZWA



Bijlage 3 - GeoTOP DR34a

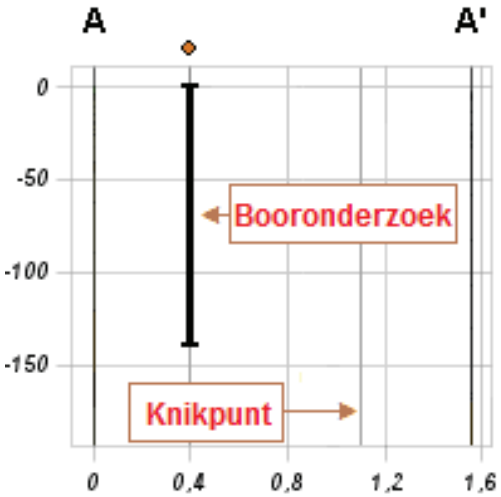
Verticale Doorsnede GeoTOP v1.3

Hoogte t.o.v. NAP: -19



Geologische eenheid

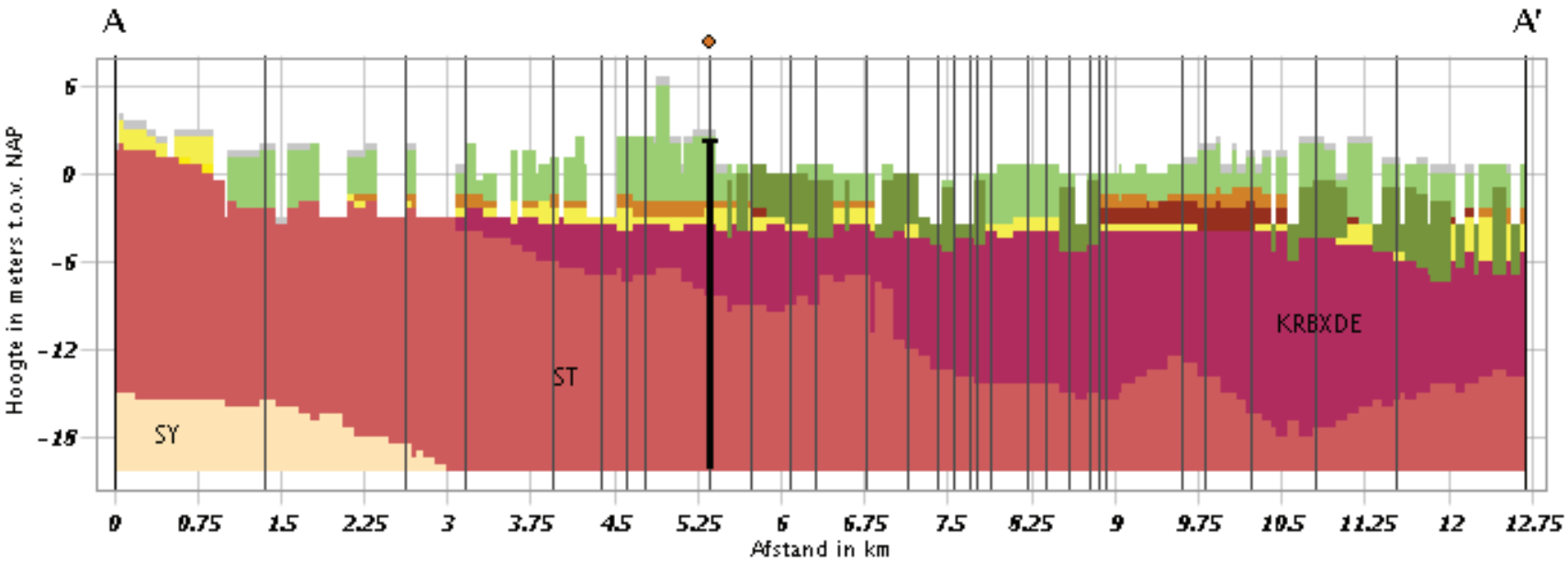
- AAOP
- ANAWA
- NAWA
- NIHO
- NIBA
- BXWISIKO
- BX
- KRBXDE
- ST
- SY
- PZWA



Bijlage 4 - GeoTOP DR35

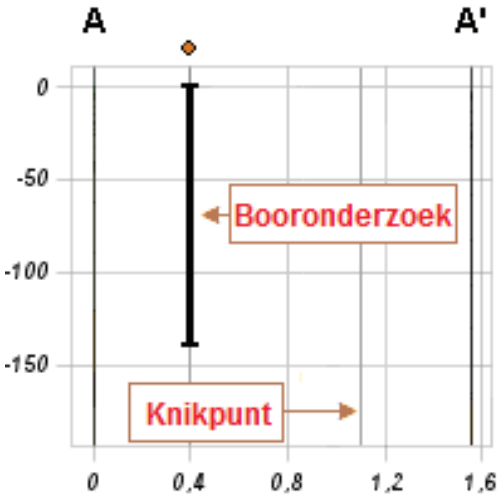
Verticale Doorsnede GeoTOP v1.3

Hoogte t.o.v. NAP: -20



Geologische eenheid

- AAOP
- ANAWA
- NAWA
- NIHO
- NIBA
- BXWISIKO
- BX
- KRBXDE
- ST
- SY



Bijlage 5 - Analyse dijkring 34

Dijkring 34, dijkvak 14-34-01-D B1

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B5.1 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B5.1 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B5.2 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B5.1: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

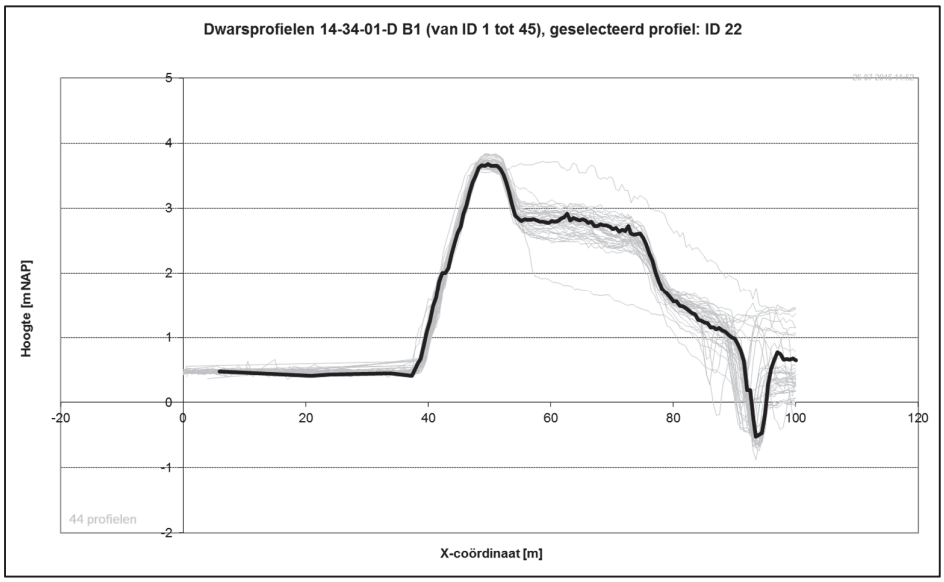
	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	55	onvoldoende	70	onvoldoende	85

Tabel B5.2: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	45m

Toelichting STBI
Het betreffende dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beschouwd en als voldoende beoordeeld. De waterkering is robuust doordat er een stabiliteitsberm achter de kering is aangelegd. De berm heeft een breedte van circa 20 m. Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B5.1.

In de Veiligheidsanalyse [1] is het dijkvak op stabiliteit getoetst voor het zichtjaar 2070. Gezien de geometrie van de waterkering en het feit dat de kering ruim aan de gestelde stabiliteitseis voldoet, valt te verwachten dat wanneer de dijk wordt doorgerekend met het toetspeil behorende bij het zichtjaar 2120, het oordeel niet zal veranderen.



Figuur B5.1: Representatief dwarsprofiel STBI

Toelichting STPH

Het betreffende dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beschouwd en als onvoldoende beoordeeld (profiel 64). De kwelwegtekorten voor de zichtjaren 2070 en 2120 zijn afgeleid door dezelfde invoerwaarden voor Sellmeijer te hanteren, muv de waterstand waarvoor de bij het zichtjaar horende waterstand is aangehouden.

Dijkring 34, dijkvak 14-34-01-D B2

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B5.3 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B5.3 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B5.4 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B5.3: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

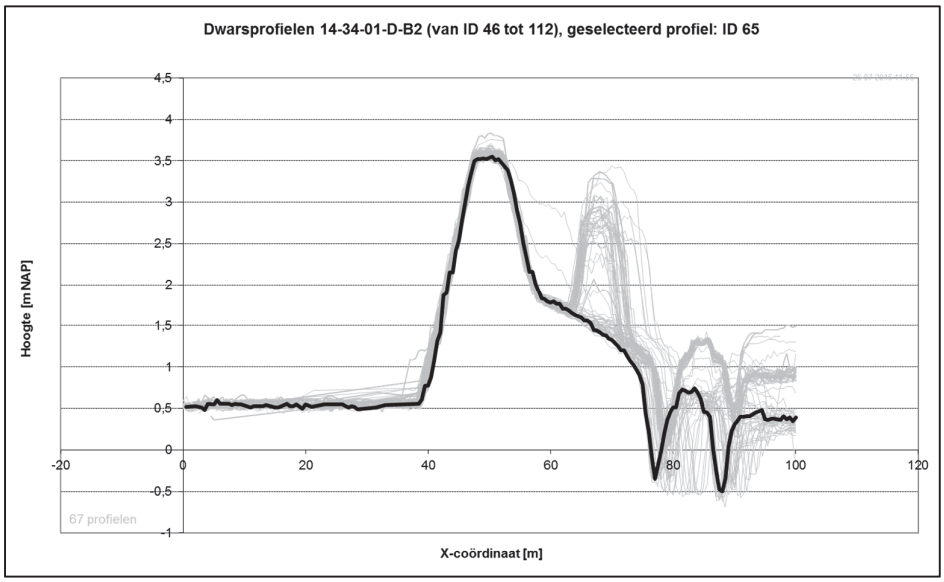
	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	55	onvoldoende	70	onvoldoende	85

Tabel B5.4: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	45m

Toelichting STBI
Het betreffende dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beschouwd en als voldoende beoordeeld. De waterkering is robuust doordat de binnenteen relatief hoog ligt (circa NAP +2,00 m) en het maaiveld vanaf de binnenteen geleidelijk afloop richting de teensloot. De teensloot ligt op circa 20 m vanuit de binnenteen. Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B5.2.

In de Veiligheidsanalyse [1] is het dijkvak op stabiliteit getoetst voor het zichtjaar 2070. Gezien de geometrie van de waterkering en het feit dat de kering ruim aan de gestelde stabiliteitseis voldoet, valt te verwachten dat wanneer de dijk wordt doorgerekend met het toetspeil behorende bij het zichtjaar 2120, het oordeel niet zal veranderen.



Figuur B5.2: Representatief dwarsprofiel STBI

Toelichting STPH

Het betreffende dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beschouwd en als onvoldoende beoordeeld (profiel 64). De kwelwegtekorten voor de zichtjaren 2070 en 2120 zijn afgeleid door dezelfde invoerwaarden voor Sellmeijer te hanteren, muv de waterstand waarvoor de bij het zichtjaar horende waterstand is aangehouden.

Dijkring 34, dijkvak 14-34-01-D B3

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B5.5 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B5.5 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B5.6 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B5.5: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

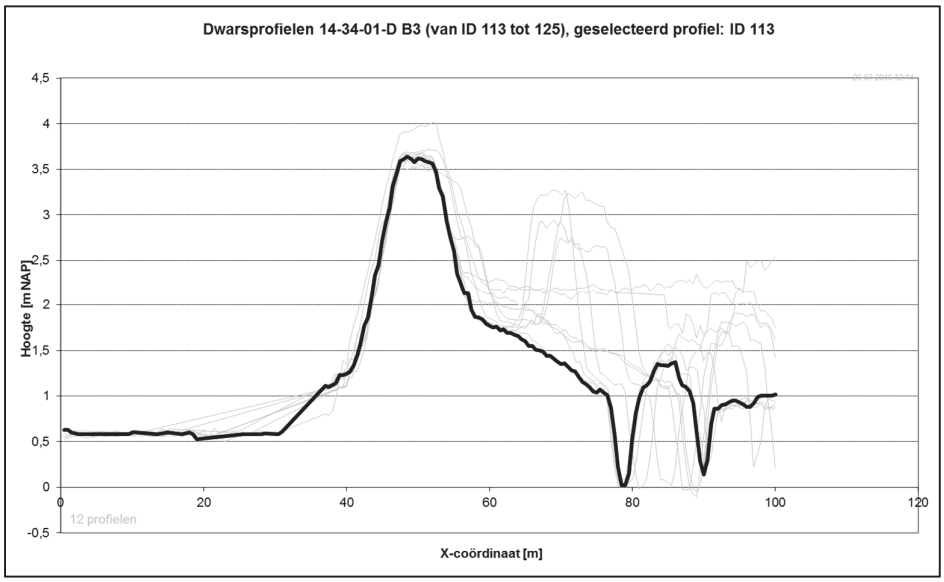
	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	*voldoende*	*nvt*	*voldoende*	*nvt*	*voldoende*	*nvt*
STPH	onvoldoende	55	onvoldoende	70	onvoldoende	85

Tabel B5.6: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	45m

Toelichting STBI
Het betreffende dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beschouwd en als voldoende beoordeeld. De waterkering is robuust doordat de binnenteen relatief hoog ligt (circa NAP +2,00 m) en het maaiveld vanaf de binnenteen geleidelijk afloop richting de teensloot. De teensloot ligt op circa 20 m vanuit de binnenteen. Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B5.3.

In de Veiligheidsanalyse [1] is het dijkvak op stabiliteit getoetst voor het zichtjaar 2070. Gezien de geometrie van de waterkering en het feit dat de kering ruim aan de gestelde stabiliteitseis voldoet, valt te verwachten dat wanneer de dijk wordt doorgerekend met het toetspeil behorende bij het zichtjaar 2120, het oordeel niet zal veranderen.



Figuur B5.3: Representatief dwarsprofiel STBI

Toelichting STPH

Het betreffende dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beschouwd en als onvoldoende beoordeeld (profiel 64). De kwelwegtekorten voor de zichtjaren 2070 en 2120 zijn afgeleid door dezelfde invoerwaarden voor Sellmeijer te hanteren, muv de waterstand waarvoor de bij het zichtjaar horende waterstand is aangehouden.

Dijkring 34, dijkvak 14-34-01-D B4

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B5.6 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B5.6 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B5.7 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B5.7: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

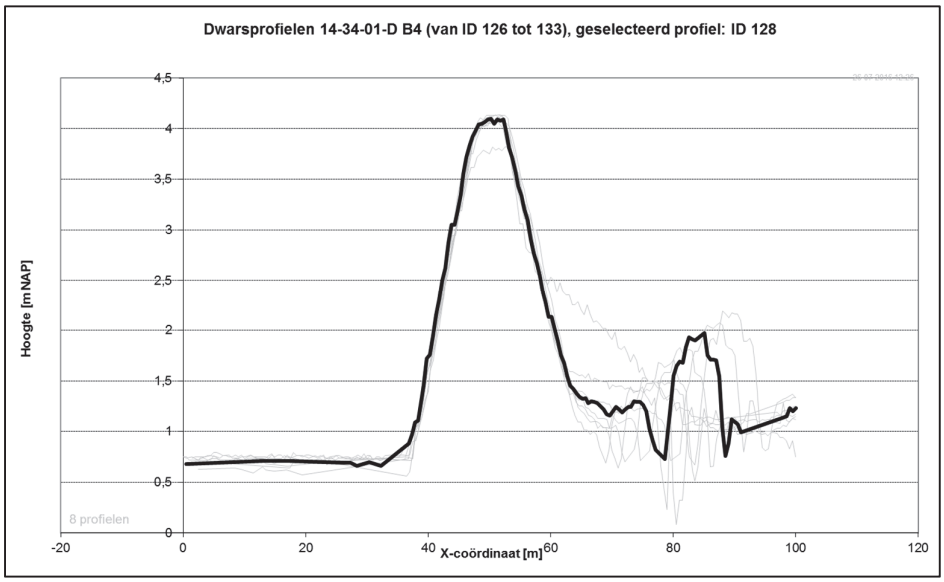
	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	55	onvoldoende	70	onvoldoende	85

Tabel B5.8: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	45m

De kruin ligt op circa NAP +4,00 m, het maaiveld ter plaatse van de binnenteen ligt op circa NAP +1,4 m. Het verval over de kering is daardoor groot (circa 3,25 m). Ook ligt de teensloot dichter bij de kering, op circa 10 m vanuit de binnenteen.

Toelichting STBI
Het betreffende dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beschouwd en als voldoende beoordeeld. Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B5.4. Uit dit figuur volgt dat de geometrie maatgevend is ten aanzien van de geometrie van dijkvak 14-34-01-D B2 en B3.
Op basis van de bovengenoemde geometrische kenmerken lijkt het niet zondermeer zeker dat deze kering als voldoende kan worden beoordeeld. Ondanks het feit dat in de Veiligheidsanalyse voor dit vak de stabiliteit niet is berekend, is het oordeel uit de Veiligheidsanalyse overgenomen.



Figuur B5.4: Representatief dwarsprofiel STBI

Toelichting STPH

Het betreffende dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beschouwd en als onvoldoende beoordeeld (profiel 64). De kwelwegtekorten voor de zichtjaren 2070 en 2120 zijn afgeleid door dezelfde invoerwaarden voor Sellmeijer te hanteren, muv de waterstand waarvoor de bij het zichtjaar horende waterstand is aangehouden.

Dijkring 34, dijkvak 34_1

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B5.8 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B5.8 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B5.9 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B5.9: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	Kosten overgenomen uit KOSWAT-scenario Deltares, verwachte opgave piping					

Tabel B5.10: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	Kosten overgenomen uit KOSWAT-scenario Deltares, verwachte opgave piping	

Binnen dit dijkvak ligt een loswal, bestaande uit een stalen damwand met een betonnen deksloof. In de Veiligheidsanalyse [1] is deze constructie niet beschouwd. Voor dit vak ontbreken de hoogtegegevens omdat de loswal uit het AHN2 is gefilterd. Ook gegevens betreffende het ontwerp van de constructie zijn voor deze studie niet beschikbaar.

Toelichting STBI
Uitgangspunt voor voorliggende analyse is dat de loswal is ontworpen om ook de veiligheid van het achterland tegen overstromen te beschermen. Het verwachte oordeel voor de binnenwaartse stabiliteit is derhalve voldoende.

Toelichting STPH
Er zijn geen gegevens van de constructie beschikbaar. Daarnaast ontbreken AHN-gegevens. informatie is geen inschatting te maken van het risico van optreden van piping. Om deze reden

worden de maatregelen uit de beschikbare KOSWAT-scenario's (verwachte opgave piping) voor dit vak overgenomen.

Dijkring 34, dijkvak 34_2

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B5.10 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B5.10 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B5.11 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B5.11: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	onvoldoende	gemiddeld	onvoldoende	gemiddeld	onvoldoende	gemiddeld
STPH	onvoldoende	85m	onvoldoende	100m	onvoldoende	115m

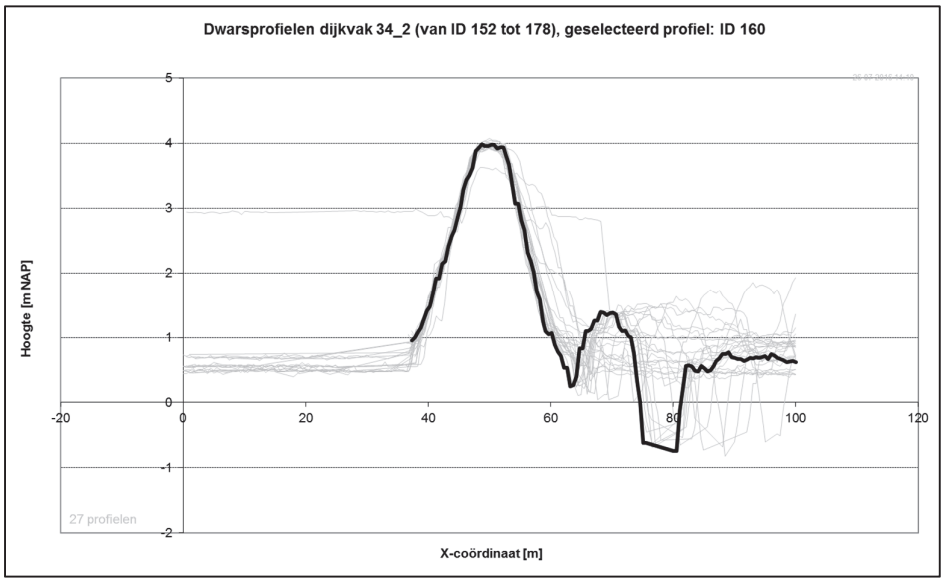
Tabel B5.12: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	75m

De waterkering binnen dit dijkvak heeft een verval van circa 3,0 m. De kruin van de kering ligt op circa NAP +4,0 m, het achterland ligt op circa NAP +1,0 m. Hierbij ligt de teensloot vrijwel direct achter de waterkering.

Toelichting STBI
Uit het ondergrondmodel GeoTOP van TNO-NITG (bijlage 2) volgt dat op deze locatie mogelijk een cohesieve deklaag met een dikte van circa 2,0 m aanwezig is die kan opbarsten. De kans op het ontstaan van een opbarstzone achter de waterkering tijdens maatgevende omstandigheden, waarbij de sterkte van de ondergrond is gereduceerd, is groot.

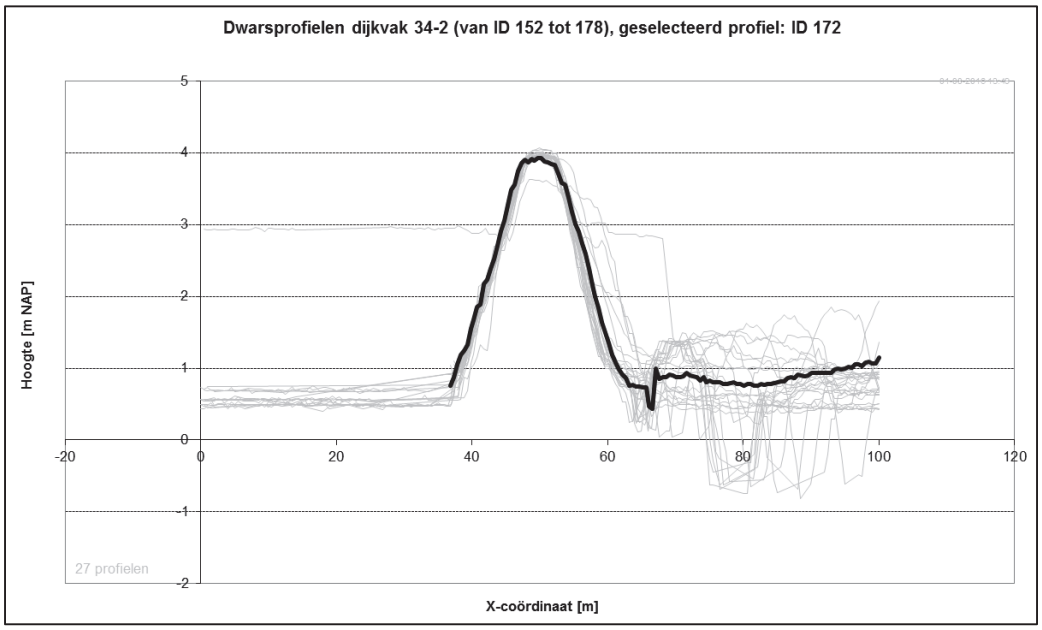
De verwachting is dat het oordeel voor dit dijkvak onvoldoende is. De opgave voor stabiliteit wordt als gemiddeld ingeschat.



Figuur B5.5: Representatief dwarsprofiel STBI

Toelichting STPH

De aanwezigheid van de deklaag, zoals voor STBI is aangenomen, is onzeker. Voor de beschouwing van piping vormt dit een onvoldoende conservatief uitgangspunt. Aangenomen wordt voor piping dat er geen deklaag aanwezig is. Met de aanwezige kwelweglengte (29m) in het representatieve profiel voor piping, volgt een fors kwelwegtekort.



Figuur B5.6: **Representatief dwarsprofiel STPH**

Dijkring 34, dijkvak 34_3

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B5.10 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B5.10 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B5.11 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B5.13: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	onvoldoende	klein	onvoldoende	klein	onvoldoende	klein
STPH	onvoldoende	80m	onvoldoende	90m	onvoldoende	110m

Tabel B5.14: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	70m

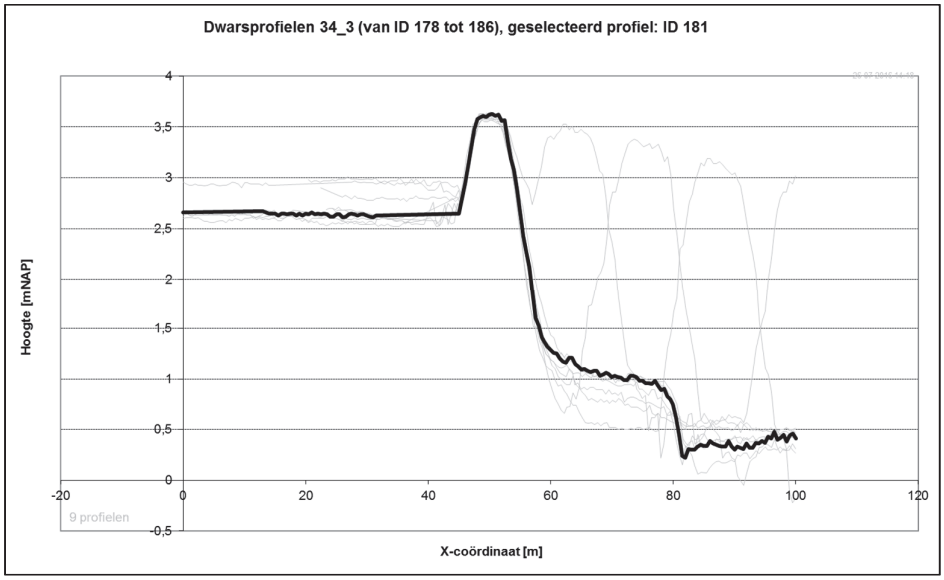
De waterkering binnen dit dijkvak heeft een verval van circa 3,5 m. De kruin van de kering ligt op circa NAP +3,6 m, het achterland ligt op circa NAP +0,5 m. Hierbij ligt de teensloot circa 20 m uit de binnenteen.

Toelichting STBI
Uit het ondergrondmodel GeoTOP van TNO-NITG (bijlage 2) volgt dat op deze locatie een cohesieve deklaag met een dikte van circa 2,0 m aanwezig is die kan opbarsten. De kans op het ontstaan van een opbarstzone achter de waterkering tijdens maatgevende omstandigheden, waarbij de sterkte van de ondergrond is gereduceerd, is groot.

De verwachting is dat het oordeel voor dit dijkvak onvoldoende is. Aangezien voor dit dijkvak de teensloot niet direct achter de waterkering is gelegen, zoals bij de aanliggende dijkvakken, is voor de verschillende zichtjaren een kleine verbeteropgave ingeschat.

Toelichting STPH

De aanwezigheid van de deklaag, zoals voor STBI is aangenomen, is onzeker. Voor de beschouwing van piping vormt dit een onvoldoende conservatief uitgangspunt. Aangenomen wordt voor piping dat er geen deklaag aanwezig is. De aanwezige kwelweglengte is 35 meter. Het bijbehorende kwelweg tekort is fors.



Figuur B5.7: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Dijkring 34, dijkvak 34_4

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B5.10 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B5.10 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B5.11 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B5.15: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	onvoldoende	gemiddeld	onvoldoende	gemiddeld	onvoldoende	gemiddeld
STPH	onvoldoende	85m	onvoldoende	95m	onvoldoende	115m

Tabel B5.16: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	75m

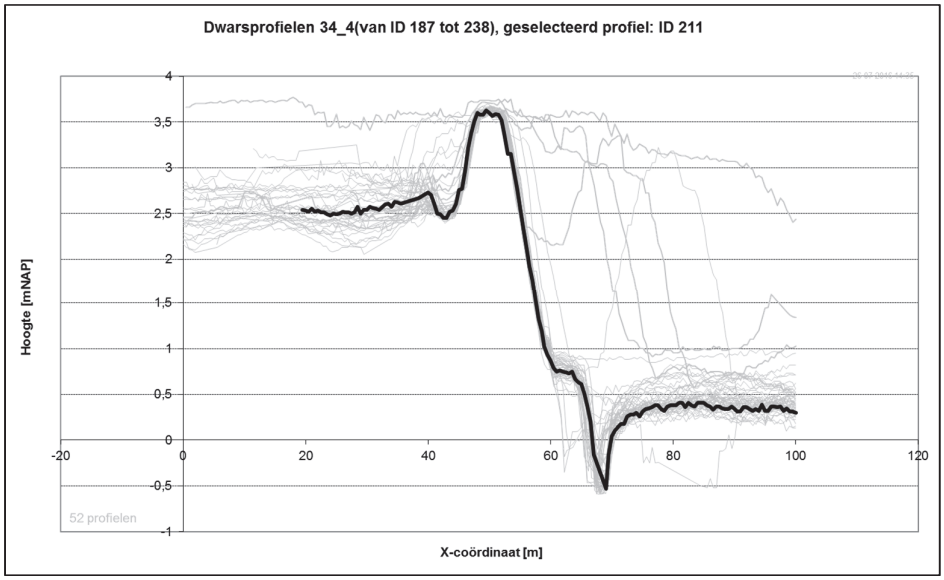
De waterkering binnen dit dijkvak heeft een verval van circa 3,0 m. De kruin van de kering ligt op circa NAP +3,6 m, het achterland ligt op circa NAP +0,4 m. Hierbij ligt de teensloot circa 5 m vanuit de binnenteen van de waterkering.

Toelichting STBI
Uit het ondergrondmodel GeoTOP van TNO-NITG (bijlage 2) volgt dat voor (een deel van) dit dijkvak een cohesieve deklaag met een dikte van circa 2,0 m aanwezig is die kan opbarsten. De kans op het ontstaan van een opbarstzone achter de waterkering tijdens maatgevende omstandigheden, waarbij de sterkte van de ondergrond is gereduceerd, is groot.

De verwachting is dat het oordeel voor dit dijkvak onvoldoende is. De opgave voor stabiliteit wordt als gemiddeld ingeschat.

Toelichting STPH

De aanwezigheid van de deklaag, zoals voor STBI is aangenomen, is onzeker. Voor de beschouwing van piping vormt dit een onvoldoende conservatief uitgangspunt. Aangenomen wordt voor piping dat er geen deklaag aanwezig is. De aanwezige kwelweglengte is 25 meter. Het bijbehorende kwelweg tekort is fors.



Figuur B5.8: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Dijkring 34, dijkvak 34_5

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B5.10 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B5.10 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B5.11 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B5.17: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	80m	onvoldoende	90m	onvoldoende	110m

Tabel B5.18: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

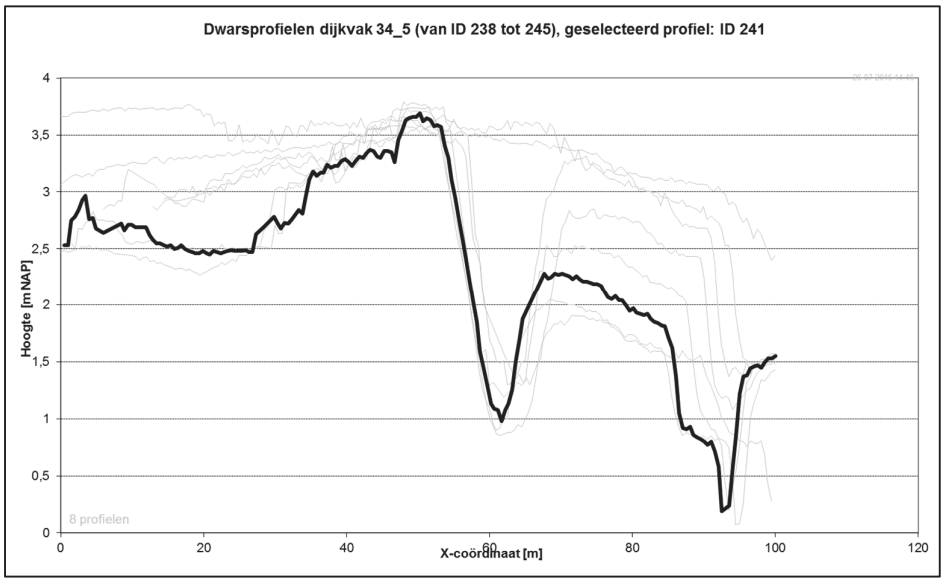
	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	60m

De waterkering binnen dit dijkvak heeft een verval van circa 2,6 m. De kruin van de kering ligt op circa NAP +3,6 m, het laagste punt direct achter de waterkering ligt op NAP +1,0 m.

Toelichting STBI
Met een binnentalud helling van 1:3 lijkt de waterkering voldoende robuust. Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B5.9.

Uit het ondergrondmodel GeoTOP van TNO-NITG (bijlage 2) volgt dat voor dit dijkvak geen cohesieve deklaag aanwezig is. Daarbij bestaat het vermoeden dat het voorland met zand is opgespoten en dat de kans groot is dat ook de kern van de waterkering uit zand bestaat.

Op basis van de geometrische kenmerken en de verwachte bodemopbouw is de verwachting dat het oordeel voor dit dijkvak voldoende is

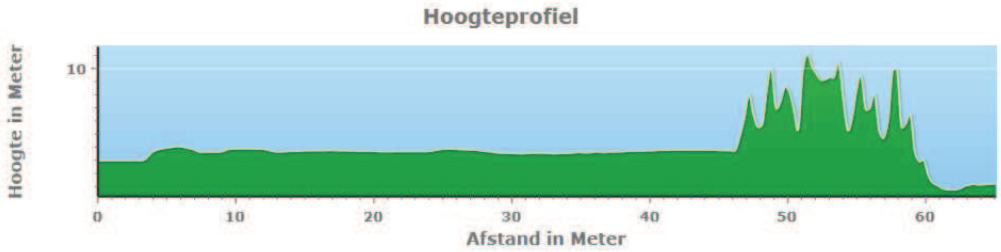


Figuur B5.9: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Toelichting STPH

De vakken 34_5 en 34_6 zijn voor piping als één vak beschouwd. Uit de profielentool is geen voldoende lang profiel te geneneren. Onderstaande profiel is online gegenereerd uit de ongefilterde AHN2 (weergegeven pieken zijn bomen). Lokaal is de aanwezige kwelweg langer (ordegrootte 60m), maar lokaal ook korter (ordegrootte 20m). Het achterland ligt ca. op NAP +1,0m.

Aangenomen wordt dat er geen deklaag aanwezig is. De breedte van de waterkering varieert over dit traject sterk. Met de gemiddeld ruim aanwezige kwelweglengte (40m) volgt nog steeds een kwelwegtekort.



Figuur B5.10: Representatief dwarsprofiel STPH

Dijkring 34, dijkvak 34_6

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B5.10 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B5.10 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B5.11 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B5.19: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

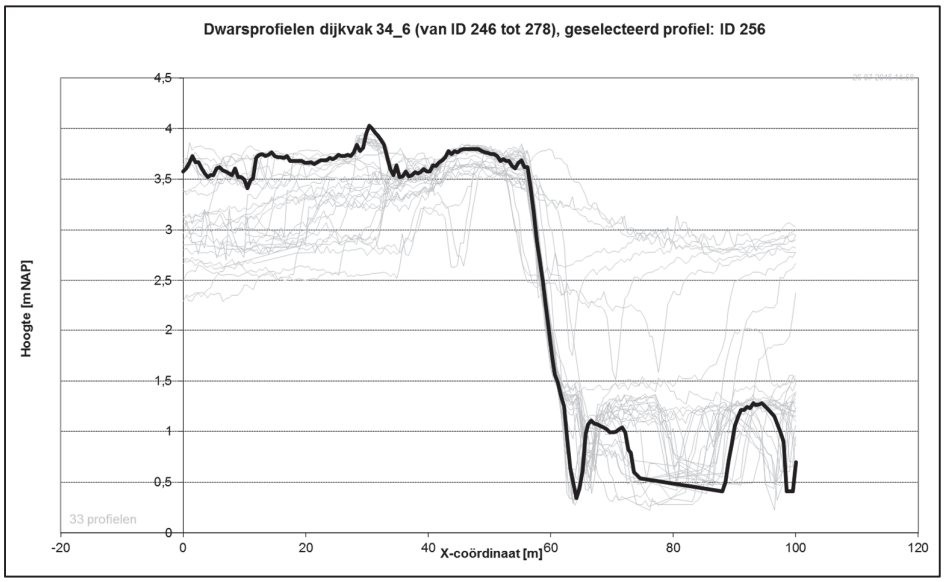
	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	50m	onvoldoende	80m	onvoldoende	100m

Tabel B5.20: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	40m

De waterkering binnen dit dijkvak heeft een verval van circa 3,0 m. De kruin van de kering ligt op circa NAP +3,6 m. Het achterland verloopt wat grillig, het laagste punt ligt op circa NAP +0,5 m.

Toelichting STBI
Met een kruinbreedte van circa 60 m en een binnentalud helling van circa 1:3 lijkt de waterkering voldoende robuust. Derhalve is voor dit dijkvak het verwachte oordeel voldoende. Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B5.11.

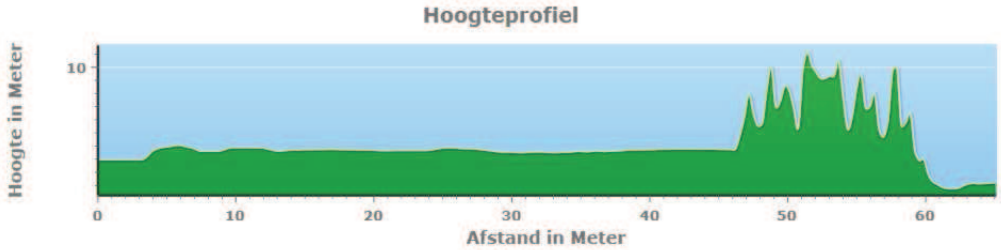


Figuur B5.11: Representatief dwarsprofiel STBI

Toelichting STPH

De vakken 34_5 en 34_6 zijn voor piping als één vak beschouwd. Uit de profielentool is geen voldoende lang profiel te geneneren. Onderstaande profiel is online gegenereerd uit de ongefilterde AHN2 (weergegeven pieken zijn bomen). Lokaal is de aanwezige kwelweg langer (ordegrootte 60m), maar lokaal ook korter (ordegrootte 20m). Het achterland ligt ca. op NAP +1,0m.

Aangenomen wordt dat er geen deklaag aanwezig is. De breedte van de waterkering varieert over dit traject sterk. Met de gemiddeld ruim aanwezige kwelweglengte (40m) volgt nog steeds een kwelwegtekort.



Figuur B5.12: Representatief dwarsprofiel STPH

Dijkring 34, dijkvak 34_7

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B5.10 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B5.10 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B5.11 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B5.21: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt

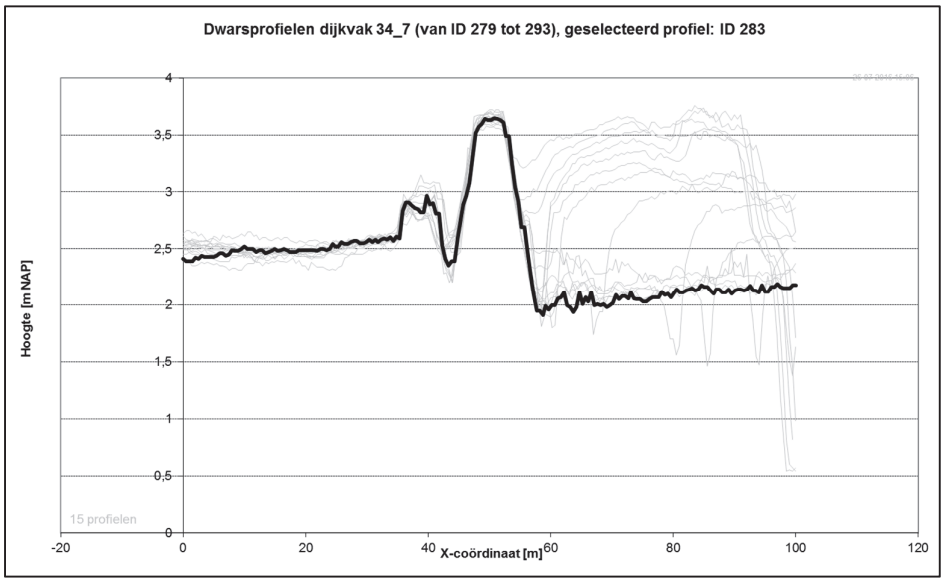
Tabel B5.22: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	voldoende	nvt

De kruin van de kering ligt op circa NAP +3,6 m. Het achterland ligt relatief hoog op circa NAP +2,0 m.

Toelichting STBI
Het verval over de kering (circa 1,5 m) is dusdanig klein dat voor dit dijkvak een voldoende oordeel wordt verwacht. Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B5.13.

Toelichting STPH
Met het beperkte verval en een aanwezige kwelweglengte van 21 meter volgt dat de situatie voldoet.



Figuur B5.13: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Dijkring 34, dijkvak 34_8

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B5.10 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B5.10 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B5.11 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B5.23: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

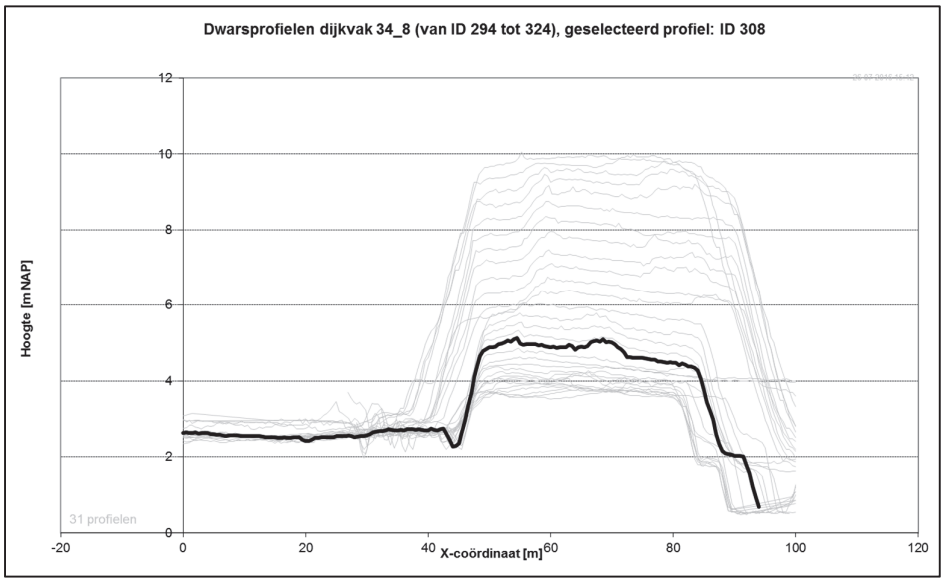
	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	opgave	oordeel	opgave	oordeel	opgave
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt

Tabel B5.24: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	voldoende	nvt

De waterkering binnen dit dijkvak bestaat uit de aardebaan van de Bovensteweg. Deze aardebaan vormt de aanbrug van de brug over het Wilhelminakanaal.

Toelichting STBI
Met een kruinbreedte van circa 40 m lijkt de waterkering voldoende robuust. Derhalve is voor dit dijkvak het verwachte oordeel voldoende. Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B5.14.



Figuur B5.14: Representatief dwarsprofiel STBI

Toelichting STPH

Het dijklichaam is zeer breed, waardoor de kwelweglengte groot is. Verwacht wordt dat de situatie voldoet.

Dijkring 34, dijkvak 34_9

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B5.10 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B5.10 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B5.11 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B5.25: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	onvoldoende	klein	onvoldoende	klein
STPH	onvoldoende	5m	onvoldoende	20m	onvoldoende	75

Tabel B5.26: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	

De waterkering binnen dit dijkvak heeft een beperkt verval. De kruin ligt op circa NAP +4,2 m. Het achterland ligt boven de NAP +2,5 m. Het verval is daarmee kleiner dan 2 m. Echter ligt er op circa 4,0 m afstand vanuit de binnenteen een teensloot achter de kering.

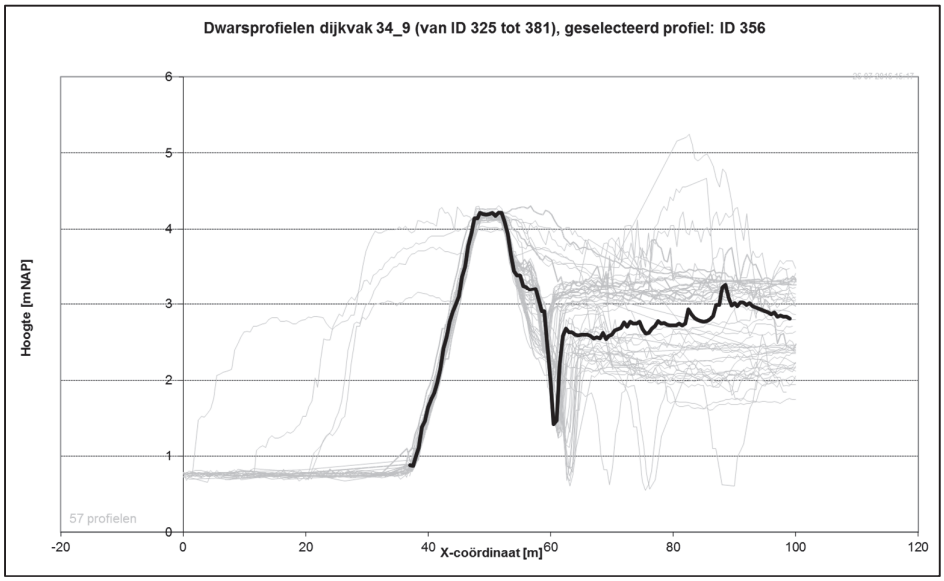
Toelichting STBI
Bij een waterstand behorende bij het zichtjaar 2020 (circa NAP 2,89 m) kan op basis van expert judgement gesteld worden dat het verwachtte oordeel voldoende is. Het achterland ligt op ongeveer hetzelfde niveau.

De waterstanden die horen bij de zichtjaren 2070 en 2120 zijn echter aanzienlijk hoger (NAP +3,57 m en NAP +4,05 m). Daarbij is de verwachting dat de ondergrond uit zand bestaat, maar is niet bekend waaruit het kademateriaal bestaat. Derhalve is de verwachting dat voor de zichtjaren 2070 en 2120 het oordeel voor dit dijkvak onvoldoende is. Dit is een conservatieve aanname. De verwachte opgave voor deze zichtjaren is dan ook gesteld als klein.

Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B5.15.

Toelichting STPH

De waterkering binnen dit dijkvak heeft een beperkt verval. De kruin ligt op circa NAP +4,2 m. Het achterland ligt boven de NAP +2,5 m. Echter ligt er op circa 4,0 m afstand vanuit de binnenteen een diepe teensloot achter de kering. De aanwezige kwelweglengte bedraagt 21m. Met deze uitgangspunten voldoet de situatie niet.



Figuur B5.15: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Bijlage 6 - Analyse dijkring 34a

Dijkring 34a, dijkvak 14-34a-05-D

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B6.1 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B6.1 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B6.2 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B6.1: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

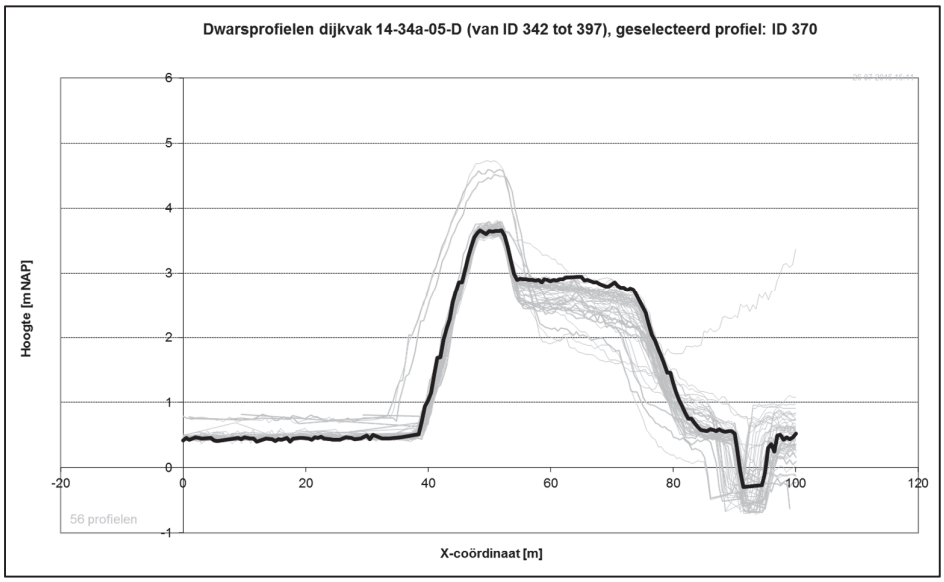
	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	70m	onvoldoende	85m	onvoldoende	100m

Tabel B6.2: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	60m

Toelichting STBI
Het betreffende dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beschouwd en als voldoende beoordeeld. De waterkering is robuust doordat er een stabiliteitsberm achter de kering is aangelegd. De berm heeft een breedte van circa 20 m. Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B6.1.

In de Veiligheidsanalyse [1] is het dijkvak op stabiliteit getoetst voor het zichtjaar 2070. Gezien de geometrie van de waterkering en het feit dat de kering ruim aan de gestelde stabiliteitseis voldoet, valt te verwachten dat wanneer de dijk wordt doorgerekend met het toetspeil behorende bij het zichtjaar 2120, het oordeel niet zal veranderen.



Figuur B6.1: Representatief dwarsprofiel STBI

Toelichting STPH

Het betreffende dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beschouwd. Hierbij zijn de vier vakken 14-34a-05-D en 14-34a-05-D B1 t/m 3 als één vak beschouwd (profiel 53 in [1]).

De kwelwegtekorten voor de zichtjaren 2070 en 2120 zijn afgeleid door dezelfde invoerwaarden voor Sellmeijer te hanteren, muv de waterstand waarvoor de bij het zichtjaar horende waterstand is aangehouden.

Dijkring 34a, dijkvak 14-34a-04-D B1 t/m B3

De drie dijkvakken zoals onderscheiden in de studie van Deltares [10] worden in deze studie gezamenlijk beschouwd. In de Veiligheidsanalyse [1] zijn deze vakken eveneens als één dijkvak beoordeeld. In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B6.3 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B6.3 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B6.4 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B6.3: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	70m	onvoldoende	85m	onvoldoende	100m

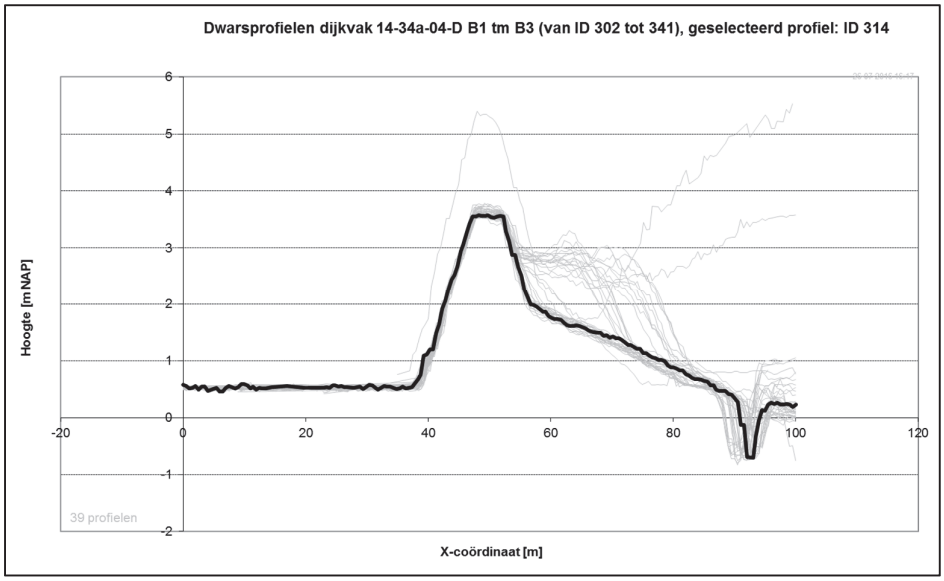
Tabel B6.4: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	60m

Toelichting STBI
Het betreffende dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beschouwd en als voldoende beoordeeld. De waterkering is robuust doordat de binnenteen relatief hoog ligt (circa NAP +2,00 m) en het maaiveld vanaf de binnenteen geleidelijk afloop richting de teensloot. De teensloot ligt op circa 30 m vanuit de binnenteen. Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B6.2.

In de Veiligheidsanalyse [1] is het dijkvak op stabiliteit getoetst voor het zichtjaar 2070. Gezien de geometrie van de waterkering en het feit dat de kering ruim aan de gestelde stabiliteitseis voldoet,

valt te verwachten dat wanneer de dijk wordt doorgerekend met het toetspeil behorende bij het zichtjaar 2120, het oordeel niet zal veranderen.



Figuur B6.2: Representatief dwarsprofiel STBI

Toelichting STPH

De betreffende dijkvakken zijn in de Veiligheidsanalyse [1], samen met vak 14-34a-05-D, als één vak beschouwd (profiel 53 in [1]).

De kwelwegtekorten voor de zichtjaren 2070 en 2120 zijn afgeleid door dezelfde invoerwaarden voor Sellmeijer te hanteren, muv de waterstand waarvoor de bij het zichtjaar horende waterstand is aangehouden.

Dijkring 34a, dijkvak 34a_1

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B6.5 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B6.5 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B6.6 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B6.5: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	onvoldoende	gemiddeld	onvoldoende	gemiddeld	onvoldoende	gemiddeld
STPH	onvoldoende	80m	onvoldoende	95m	onvoldoende	110m

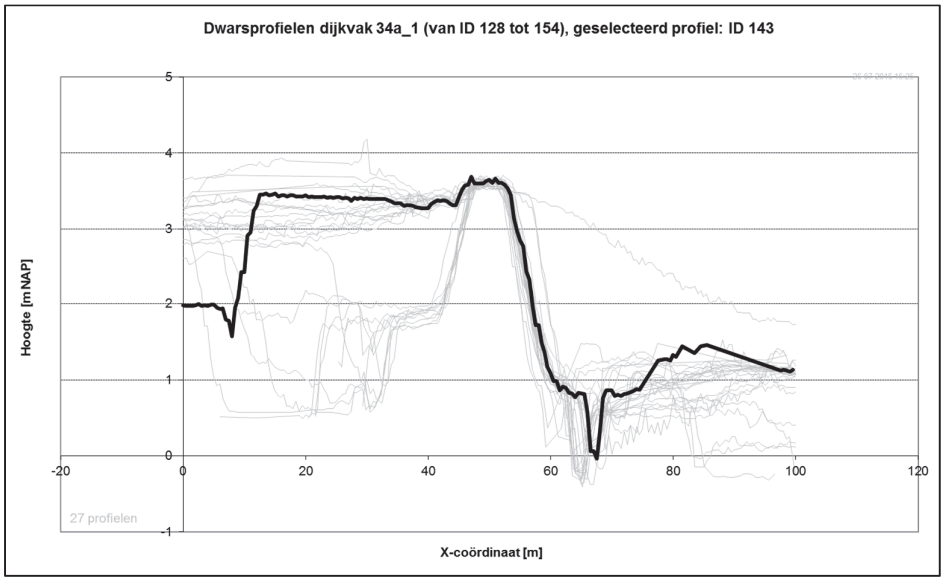
Tabel B6.6: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	70m

Toelichting STBI
Afgezien van het hoge voorland is de geometrie van de waterkering vergelijkbaar met de geometrie van het dijkvak dat direct ten noorden van dit dijkvak ligt. Dat dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beoordeeld en is voor de binnenwaartse stabiliteit een onvoldoende oordeel toegekend. Dit onvoldoende oordeel is onder ander toe te schrijven aan het feit dat direct achter de waterkering een teensloot ligt. Ook is lokaal een cohesieve deklaag aanwezig van circa 1,0 tot 2,0 m die kan opbarsten. Hierdoor kan bij maatgevend hoogwater een opbarstzone ontstaan waarbij de sterkte van de grond sterk gereduceerd wordt. Op basis van het ondergrondmodel GeoTOP (bijlage 3) is het aannemelijk dat dezelfde situatie geldt voor het betreffende dijkvak

De verwachting is dat het oordeel voor dit dijkvak onvoldoende is. De opgave voor stabiliteit wordt als gemiddeld ingeschat.

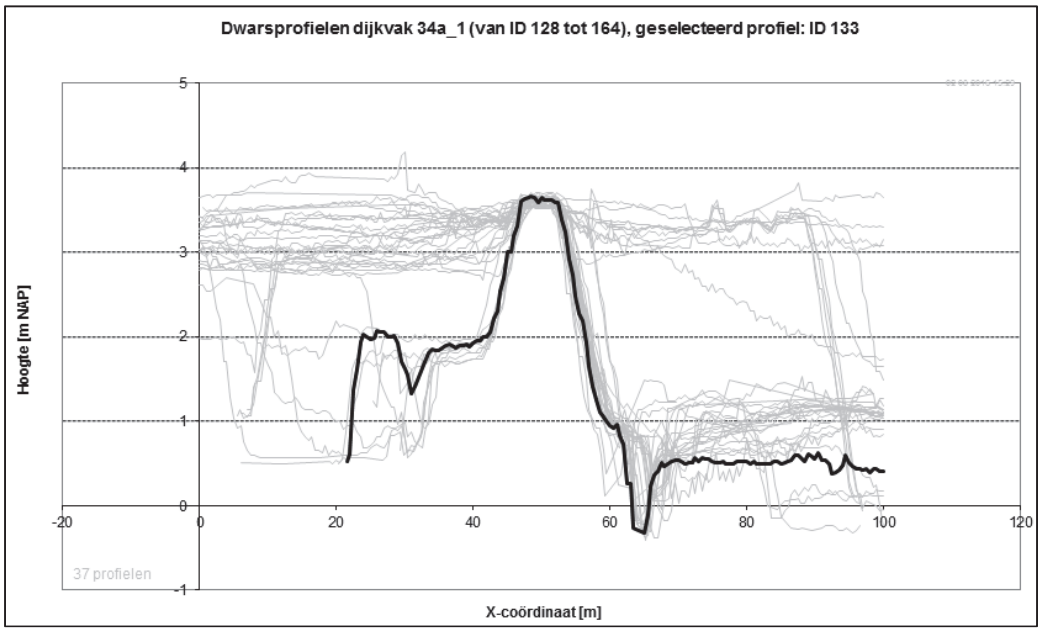
Het onvoldoende oordeel voor het dijkvak ten noorden van dit dijkvak is gebaseerd op de waterstand behorende bij het zichtjaar 2020. Dit betekent dat het oordeel hetzelfde zal zijn voor de overige zichtjaren.



Figuur B6.3: Representatief dwarsprofiel STBI

Toelichting STPH

Dit profiel komt nagenoeg overeen met het profiel 41 uit de Veiligheidsanalyse, waarmee de waterkering langs de oostzijde van de Donge is beschouwd. Deze som wordt daarom representatief gesteld voor vak 34a_1, inclusief de bijbehorende kwelwegtekorten.



Figuur B6.4: **Representatief dwarsprofiel STPH**

Dijkring 34, dijkvak 34a_2

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B6.7 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B6.7 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B6.8 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B6.7: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt

Tabel B6.8: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

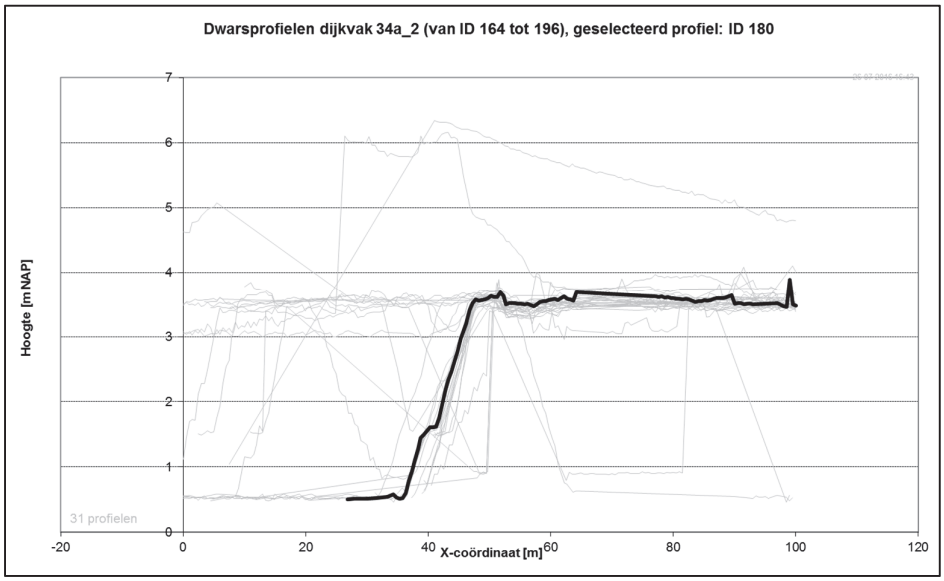
	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	voldoende	nvt

Toelichting STBI
Het betreffende dijkvak ligt langs het stedelijk gebied van Geertruidenberg. De kering is langs het traject zeer breed en over deze breedte is er geen verval over de waterkering. Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B6.5.

Op basis van het hoge achterland is het verwachte oordeel voor dit dijkvak voldoende.

Toelichting STPH
De kering heeft een grote breedte. Daarnaast ligt het achterland op dezelfde hoogte als de kruin; geen verval over de waterkering.

Op basis van het hoge achterland is het verwachte oordeel voor dit dijkvak voldoende.



Figuur B6.5: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Dijkring 34, dijkvak 34a_3

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B6.9 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B6.9 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B6.10 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B6.9: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	60m	onvoldoende	75m	onvoldoende	90m

Tabel B6.10: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	55m

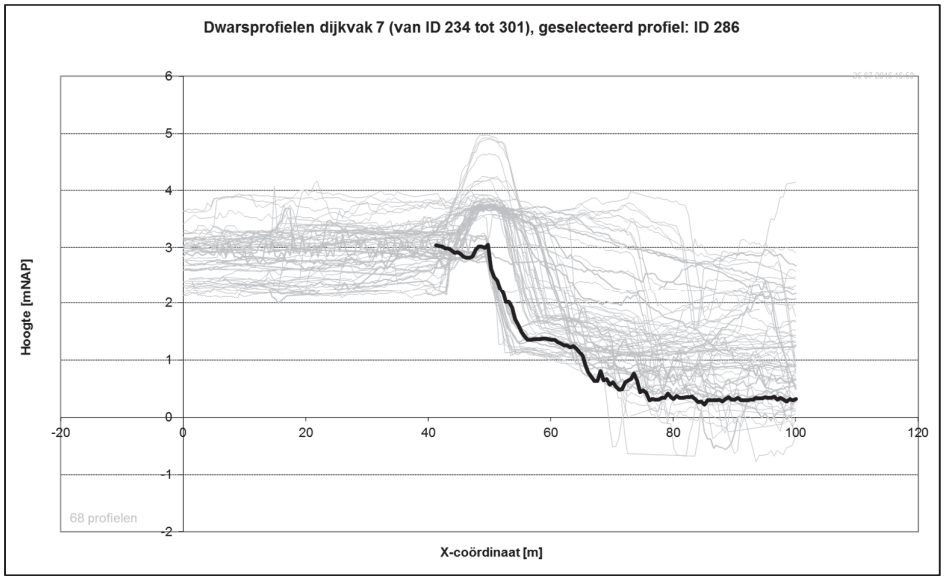
Het dijkvak heeft een verval over de kering van gemiddeld 2,5 m. De kruin ligt op circa NAP +3,00 m, het achterland ligt op circa NAP +0,3 m.

Toelichting STBI
Het binnentalud verloopt relatief flauw. Het binnentalud heeft een helling van circa 1:4. Vanaf de binnenteen loopt het maaiveld onder een helling van circa 1:18 af richting het achterland. Er is geen teensloot aanwezig. Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B6.6.

Op basis van deze geometrische kenmerken is de verwachting dat het dijkvak het oordeel voldoende toegekend krijgt.

Toelichting STPH

Buitendijks is een industrieterrein aanwezig. Het intredepunt is aangenomen ter plaatse van de buitenteen. Binnendijks is geen teensloot aanwezig, maar het verval is over enkele profielen ruim. Met een kwelweglengte van ca 30 meter en de bovengenoemde kenmerken volgt een fors kwelwegtekort.



Figuur B6.6: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Bijlage 7 - Analyse dijkring 35

Dijkring 35, 14-35-03-D

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B7.1 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B7.1 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B7.2 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B7.1: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	onvoldoende	gemiddeld	onvoldoende	gemiddeld	onvoldoende	gemiddeld
STPH	onvoldoende	25m	onvoldoende	40m	onvoldoende	55m

Tabel B7.2: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

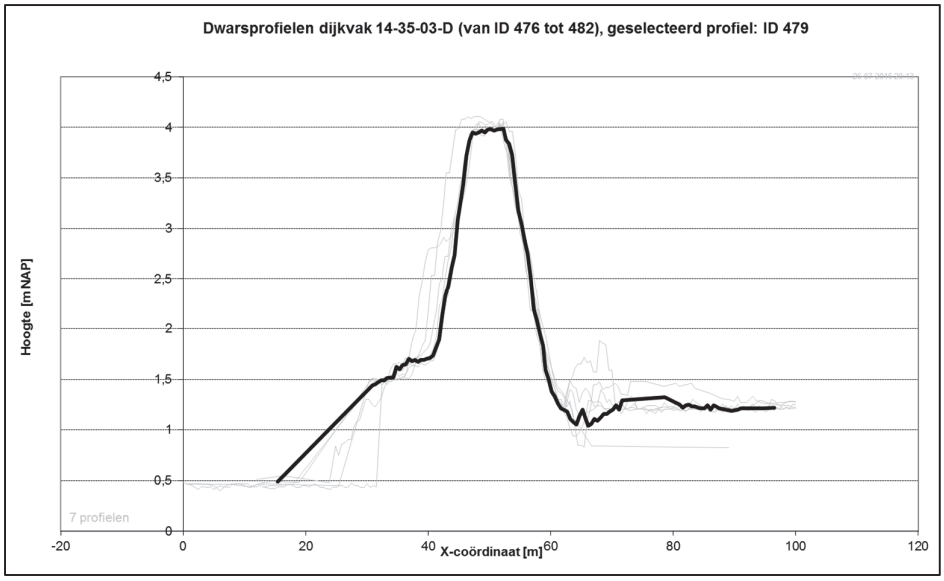
	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	20m

Toelichting STBI
Het betreffende dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beschouwd en als onvoldoende beoordeeld. Dit onvoldoende oordeel is onder ander toe te schrijven aan het feit dat de kerende hoogte relatief groot is (circa 2,5 tot 3,0 m) en dat direct achter de waterkering een teensloot is gelegen. Ook is lokaal een cohesieve deklaag aanwezig van circa 1,0 tot 2,0 m die kan opbarsten. Hierdoor kan bij maatgevend hoogwater een opbarstzone ontstaan waarbij de sterkte van de grond sterk gereduceerd wordt. De opgave voor stabiliteit wordt als gemiddeld ingeschat.

Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B7.1.

Toelichting STPH
Het betreffende dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beschouwd en als onvoldoende beoordeeld (profiel 1, zonder deklaag). De kwelwegtekorten voor de zichtjaren 2070 en 2120 zijn afgeleid

door dezelfde invoerwaarden voor Sellmeijer te hanteren, muv de waterstand waarvoor de bij het zichtjaar horende waterstand is aangehouden.



Figuur B7.1: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Dijkring 35, dijkvak 35_1

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B7.3 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B7.3 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B7.4 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B7.3: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	onvoldoende	gemiddeld	onvoldoende	gemiddeld	onvoldoende	gemiddeld
STPH	onvoldoende	25m	onvoldoende	40m	onvoldoende	55m

Tabel B7.4: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	20m

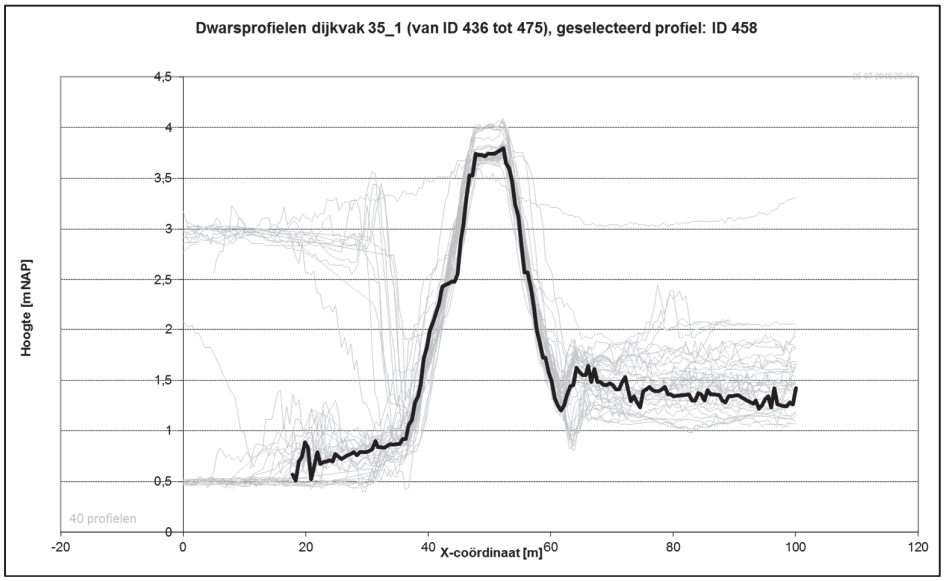
Het dijkvak heeft een verval over de kering van circa 2,25 m. De kruin ligt op circa NAP +3,75 m, het achterland ligt op circa NAP +1,5 m.

Toelichting STBI
De geometrie van de waterkering is vergelijkbaar met de geometrie van dijkvak 14-35-03-D dat ter noorden van dijkvak 35_1 ligt. Dat dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beoordeeld en heeft voor de binnenwaartse stabiliteit een onvoldoende oordeel toegekend gekregen. Dit onvoldoende oordeel is onder ander toe te schrijven aan het feit dat de kerende hoogte relatief groot is (circa 2,5 tot 3,0 m) en dat direct achter de waterkering een teensloot is gelegen. Ook is lokaal een cohesieve deklaag aanwezig van circa 1,0 tot 2,0 m die kan opbarsten. Hierdoor kan bij maatgevend hoogwater een opbarstzone ontstaan waarbij de sterkte van de grond sterk gereduceerd wordt. Op basis van het ondergrondmodel GeoTOP (bijlage 4) is het aannemelijk dat dezelfde situatie geldt voor het betreffende dijkvak. De verwachting is dat het oordeel voor dit dijkvak onvoldoende is. De opgave voor stabiliteit wordt als gemiddeld ingeschat.

Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B7.2.

Toelichting STPH

Dit profiel komt nagenoeg overeen met het profiel 1 uit de Veiligheidsanalyse, waarmee de waterkering langs de oostzijde van de Donge is beschouwd. Deze som wordt daarom representatief gesteld voor vak 35_1, inclusief de bijbehorende kwelwegtekorten.



Figuur B7.2: Representatief dwarsprofiel STBI

Dijkring 35, dijkvak 35_2

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B7.5 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B7.5 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B7.6 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B7.5: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt

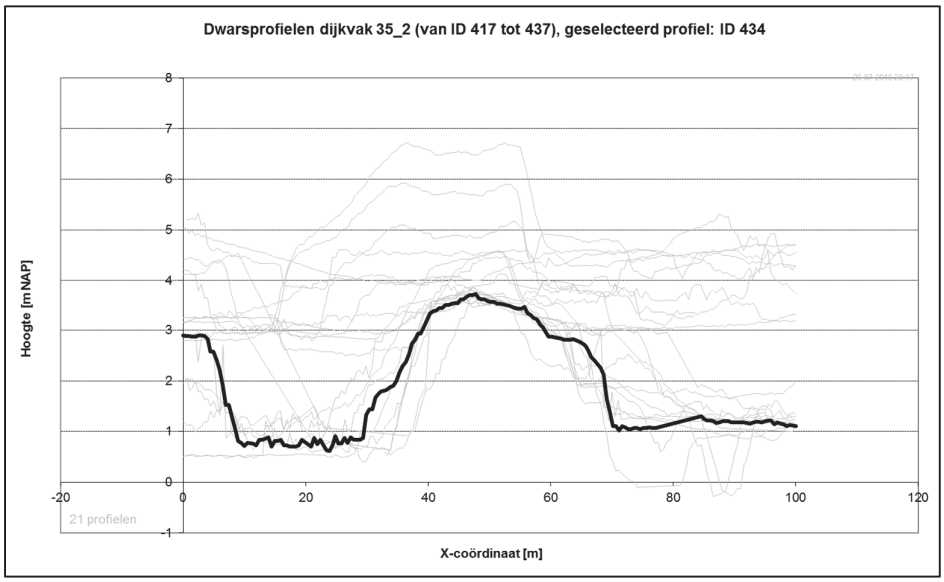
Tabel B7.6: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	voldoende	nvt

Toelichting STBI
Het betreffende dijkvak ligt langs het stedelijk gebied van Raamsdonkveer. De kering is langs het traject heel robuust en heeft een breedte van 20 tot 30 m. Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B7.3.

Op basis van de geometrische kenmerken is het verwachte oordeel voor dit dijkvak voldoende.

Toelichting STPH
Een groot deel van dit vak heeft een breed dijklichaam met een hoog achterland, waardoor het verval zeer beperkt is. Over een ander deel van het traject staat een groter verval, maar is de kering nog steeds breed en is er geen teensloot aanwezig. Op basis van expert judgment wordt ingeschat dat dit vak goedgekeurd zal worden op piping.



Figuur B7.3: Representatief dwarsprofiel STBI en stph

Dijkring 35, dijkvak 35_3

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B7.7 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B7.7 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B7.8 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B7.7: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt

Tabel B7.8: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	voldoende	nvt

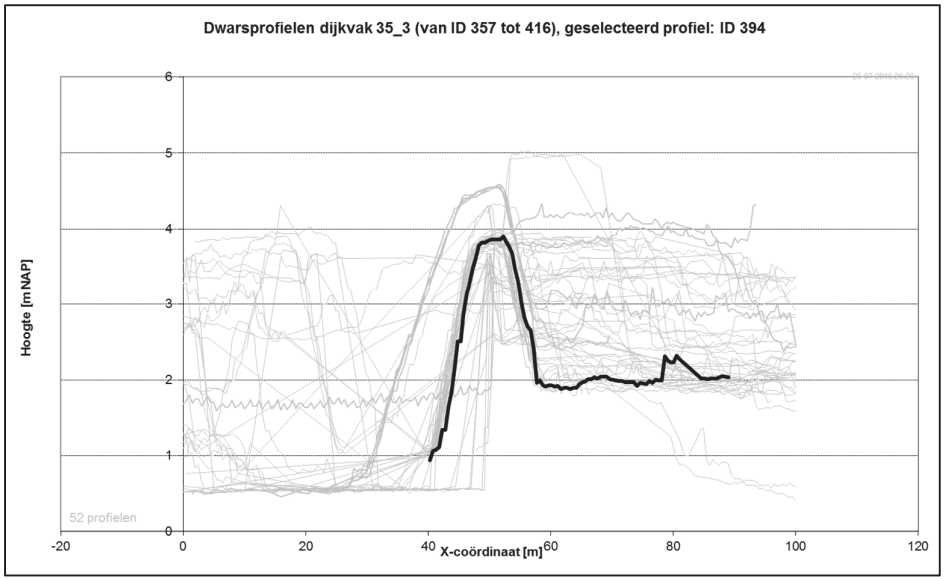
Het betreffende dijkvak ligt in stedelijk gebied. Aan de oever is een houten damwand aangebracht, de kering relatief breed (circa 10 tot 15 m). Het achterland ligt relatief hoog (NAP +2,0 m) en loopt slechts beperkt af. Er is geen teensloot achter de waterkering aanwezig.

Toelichting STBI
Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B7.4.

Op basis van het hoge achterland en het beperkte verval over de waterkering (<2,0 m) is het verwachte oordeel voor dit dijkvak voldoende.

Toelichting STPH

Met de bovengenoemde kenmerken en een kwelweglengte van 21 meter, volgt dat de situatie voldoet.



Figuur B7.4: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Dijkring 35, dijkvak 35_4

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B7.9 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B7.9 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B7.10 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B7.9: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	onvoldoende	klein	onvoldoende	klein	onvoldoende	klein
STPH	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt

Tabel B7.10: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	voldoende	nvt

Het dijkvak heeft een verval over de kering van circa 2,5 m. De kruin ligt op circa NAP +3,50 m, het achterland ligt op circa NAP +1,0 m.

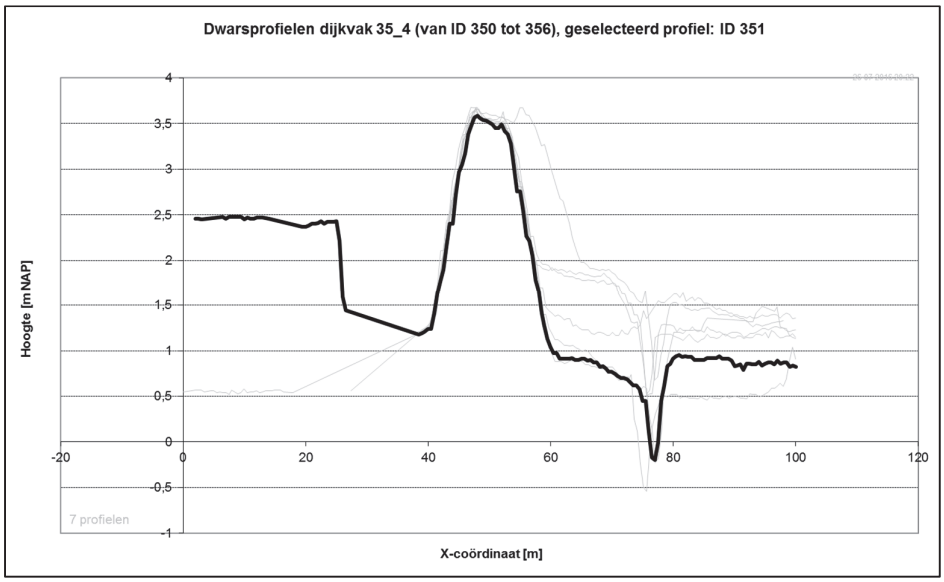
Toelichting STBI
De geometrie van de waterkering is vergelijkbaar met de geometrie van dijkvak 14-35-03-D dat helemaal in het noorden van dijkring 35 ligt. Dit dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beoordeeld en heeft voor de binnenwaartse stabiliteit een onvoldoende oordeel toegekend gekregen. Dit onvoldoende oordeel is onder ander toe te schrijven aan het feit dat de kerende hoogte relatief groot is (circa 2,5 tot 3,0 m) en dat direct achter de waterkering een teensloot is gelegen. Ook is lokaal een cohesieve deklaag aanwezig is van circa 1,0 tot 2,0 m die kan opbarsten. Hierdoor kan bij maatgevend hoogwater een opbarstzone ontstaan waarbij de sterkte van de grond sterk gereduceerd wordt. Op basis van het ondergrondmodel GeoTOP (bijlage 4) is het aannemelijk

dat dezelfde situatie geldt voor het betreffende dijkvak. Enig verschil is dat de teensloot op een afstand van circa 15 m vanuit de binnenteen is gelegen. Dit is gunstig voor de stabiliteit.

De verwachting is dat het oordeel voor dit dijkvak onvoldoende is. De opgave voor stabiliteit wordt echter als klein ingeschat door de grote afstand van de binnenteen tot aan de teensloot.

Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B7.5.

Toelichting STPH
Aan de buitenzijde is een damwand aanwezig. Van deze constructie zijn geen gegevens beschikbaar. Uit foto's van Globespotter blijkt dat hier een stalen damwand met een relatief groot profiel aanwezig is. Ingeschat wordt dat deze damwand, icm de aanwezige horizontale lengte (>25m) voldoende diepte heeft om genoeg weerstand tegen piping te generen.



Figuur B7.5: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Dijkring 35, dijkvak 35_5

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B7.11 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B7.11 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B7.12 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B7.11: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	onvoldoende	klein	onvoldoende	klein	onvoldoende	klein
STPH	onvoldoende	45m	onvoldoende	55m	onvoldoende	75m

Tabel B7.12: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	35m

Het dijkvak heeft een verval over de kering van circa 3,0 m. De kruin ligt op circa NAP +3,90 m, het achterland ligt op circa NAP +1,0 m.

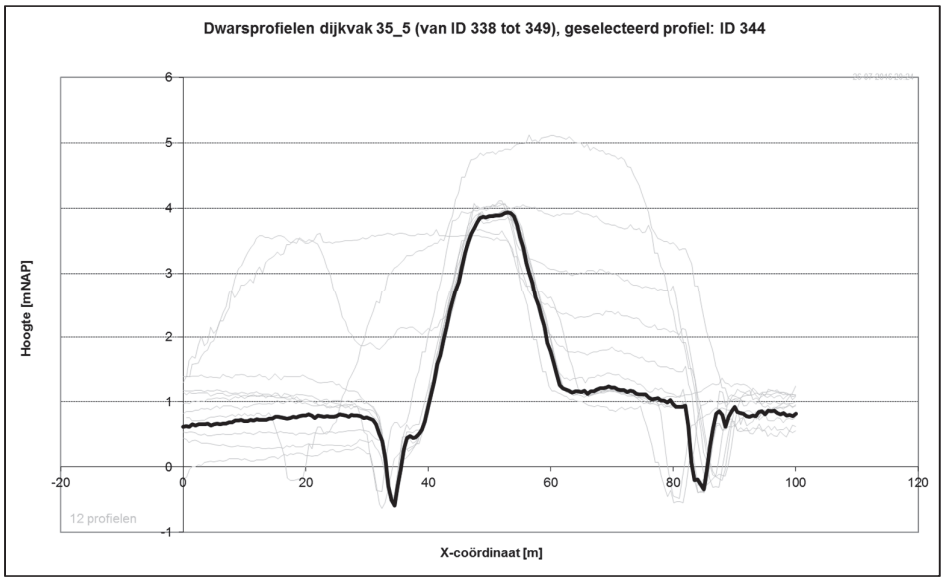
Toelichting STBI
De geometrie van de waterkering is vergelijkbaar met de geometrie van dijkvak 14-35-03-D dat helemaal in het noorden van dijkring 35 ligt. Dit dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beoordeeld en heeft voor de binnenwaartse stabiliteit een onvoldoende oordeel toegekend gekregen. Dit onvoldoende oordeel is onder ander toe te schrijven aan het feit dat de kerende hoogte relatief groot is (circa 2,5 tot 3,0 m) en dat direct achter de waterkering een teensloot is gelegen. Ook is lokaal een cohesieve deklaag aanwezig is van circa 1,0 tot 2,0 m die kan opbarsten. Hierdoor kan bij maatgevend hoogwater een opbarstzone ontstaan waarbij de sterkte van de grond sterk gereduceerd wordt. Op basis van het ondergrondmodel GeoTOP (bijlage 4) is het aannemelijk

dat dezelfde situatie geldt voor het betreffende dijkvak. Enig verschil is dat de teensloot op een afstand van circa 20 m vanuit de binnenteen is gelegen. Dit is gunstig voor de stabiliteit.

De verwachting is dat het oordeel voor dit dijkvak onvoldoende is. De opgave voor stabiliteit wordt als klein ingeschat door de grote afstand van de binnenteen tot aan de teensloot.

Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B7.6.

Toelichting STPH
De aanwezigheid van de deklaag, zoals voor STBI is aangenomen, is onzeker. Voor de beschouwing van piping vormt dit een onvoldoende conservatief uitgangspunt. Aangenomen wordt voor piping dat er geen deklaag aanwezig is. De aanwezige kwelweglengte is circa 40 meter. Met bovengenoemde kenmerken en deze kwelweg volgen met Sellmeijer kwelwegtekorten van 45m (2020) tot 75m (2120).



Figuur B7.6: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Dijkring 35, dijkvak 35_6

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B7.13 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B7.13 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B7.14 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B7.13: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	onvoldoende	gemiddeld	onvoldoende	gemiddeld	onvoldoende	gemiddeld
STPH	onvoldoende	55m	onvoldoende	65m	onvoldoende	85m

Tabel B7.14: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	onvoldoende	45m

Toelichting STBI

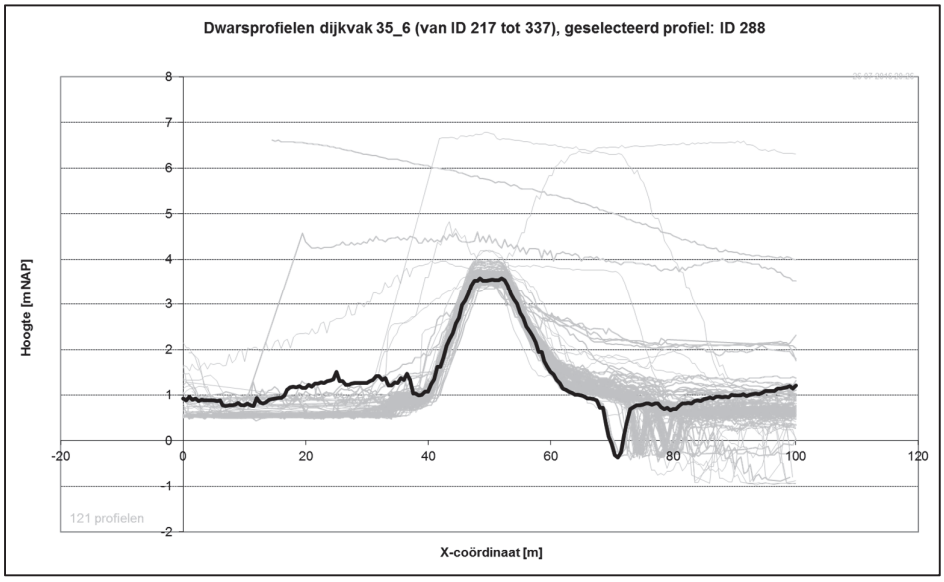
De geometrie van de waterkering is vergelijkbaar met de geometrie van dijkvak 14-35-03-D dat helemaal in het noorden van dijkring 35 ligt. Dit dijkvak is in de Veiligheidsanalyse [1] beoordeeld en heeft voor de binnenwaartse stabiliteit een onvoldoende oordeel toegekend gekregen. Dit onvoldoende oordeel is onder ander toe te schrijven aan het feit dat de kerende hoogte relatief groot is (circa 2,5 tot 3,0 m) en dat direct achter de waterkering een teensloot is gelegen. Ook is lokaal een cohesieve deklaag aanwezig is van circa 1,0 tot 2,0 m die kan opbarsten. Hierdoor kan bij maatgevend hoogwater een opbarstzone ontstaan waarbij de sterkte van de grond sterk

gereduceerd wordt. Op basis van het ondergrondmodel GeoTOP (bijlage 4) is het aannemelijk dat dezelfde situatie geldt voor het betreffende dijkvak. Derhalve is de verwachting dat het oordeel voor dit dijkvak onvoldoende is. De opgave voor stabiliteit wordt als gemiddeld ingeschat.

Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B7.7.

Toelichting STPH

De aanwezigheid van de deklaag, zoals voor STBI is aangenomen, is onzeker. Voor de beschouwing van piping vormt dit een onvoldoende conservatief uitgangspunt. Aangenomen wordt voor piping dat er geen deklaag aanwezig is. De aanwezige kwelweglengte is circa 30 meter. Met bovengenoemde kenmerken en deze kwelweg volgen met Sellmeijer kwelwegtekorten van 50m (2020) tot 80m (2120).



Figuur B7.7: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Dijkring 35, dijkvak 35_8

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2. In tabel B7.15 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B7.15 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B7.16 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B7.15: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt

Tabel B7.16: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH	voldoende	nvt

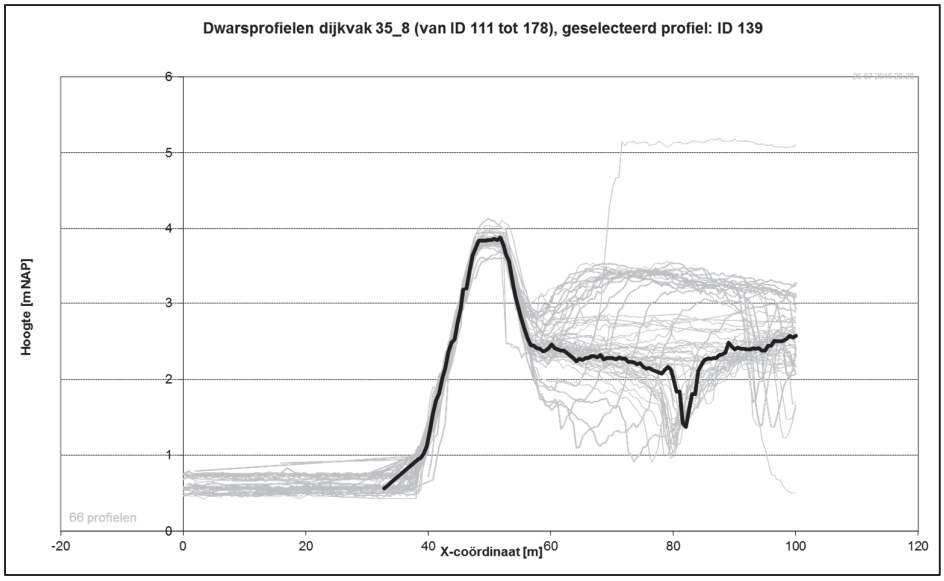
Het dijkvak heeft een verval over de kering van circa 1,5 m. De kruin ligt op circa NAP +3,80 m, het achterland ligt op circa NAP +2,4 m. Op circa 20 m vanuit de binnenteen ligt een teensloot.

Toelichting STBI
Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B7.8.

Op basis van deze geometrische kenmerken is de verwachting dat het dijkvak het oordeel voldoende toegekend krijgt.

Toelichting STPH

Met het kleine verval over de waterkering en de aanwezige kwelweglengte (>20m) volgt naar verwachting dat de situatie voldoet.



Figuur B7.8: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Dijkring 35, dijkvak 35_9

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B7.17 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B7.17 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B7.18 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B7.17: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	*opgave*	*oordeel*	*opgave*	*oordeel*	*opgave*
STBI	voldoende	nvt	voldoende	nvt	voldoende	nvt
STPH						

Tabel B7.18: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

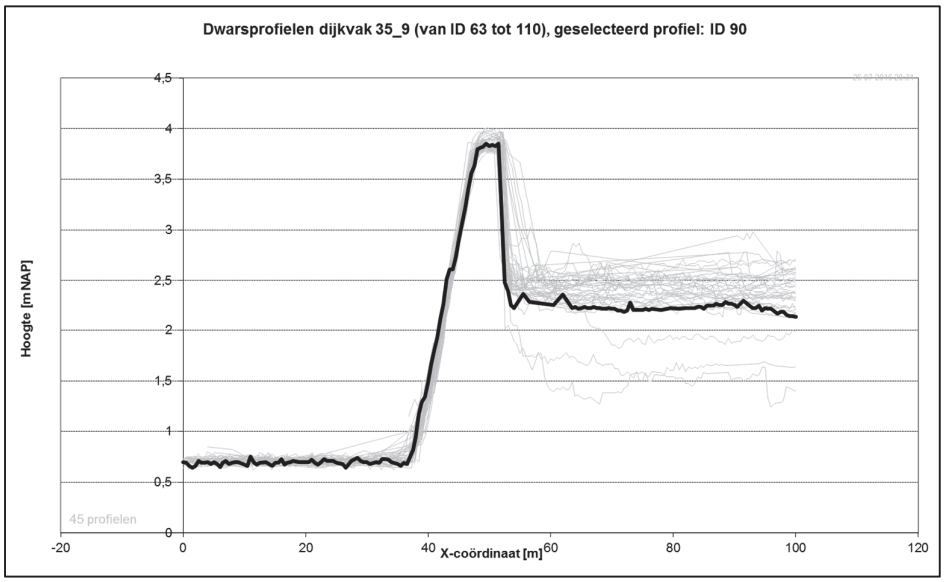
	2020	
	oordeel	*opgave*
STBI	voldoende	nvt
STPH		

Het dijkvak heeft een verval over de kering van circa 1,5 m. De kruin ligt op circa NAP +3,80 m, het achterland ligt op circa NAP +2,25 m. Het achterland loopt niet af, ook is er geen teensloot aanwezig achter de waterkering.

Toelichting STBI
Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B7.9.

Op basis van de geometrische kenmerken is de verwachting dat het dijkvak het oordeel voldoende toegekend krijgt.

Toelichting STPH
Met het kleine verval over de waterkering, de afwezigheid van een teensloot en de aanwezige kwelweglengte (>15m) volgt naar verwachting dat de situatie voldoet.



Figuur B7.9: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

Dijkring 35, dijkvak 35_10

In bijlage 8 is de ligging van het betreffende dijkvak opgenomen. In het figuur zijn de locaties opgenomen van de profielen die ten behoeve van deze studie zijn gegenereerd vanuit het AHN2.

In tabel B7.19 is voor de faalmechanismen Macrostabiliteit binnenwaarts en Piping het verwachte veiligheidsoordeel opgenomen voor de verschillende zichtjaren evenals de verwachte verbeteropgave. In tabel B7.19 is de betreffende dijk beschouwd als primaire waterkering, in tabel B7.20 is dezelfde informatie opgenomen waarbij de dijk is beschouwd als regionale waterkering.

Tabel B7.19: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit primaire waterkering

	2020		**2070**		**2120**	
	oordeel	opgave	oordeel	opgave	oordeel	opgave
STBI	*voldoende*	*nvt*	*voldoende*	*nvt*	*voldoende*	*nvt*
STPH						

Tabel B7.20: Verwachte veiligheidsopgave stabiliteit regionale waterkering

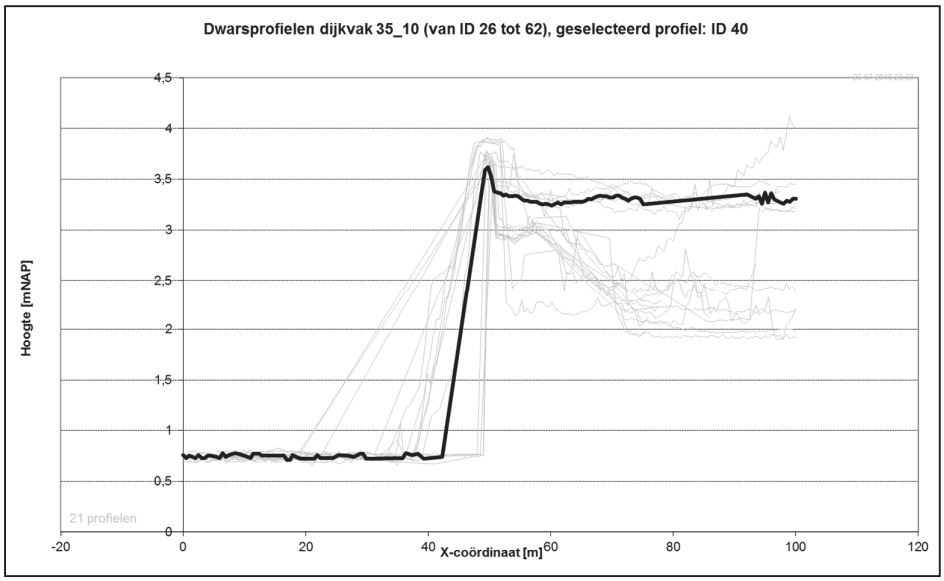
	2020	
	oordeel	opgave
STBI	*voldoende*	*nvt*
STPH		

Langs de oever van dit dijkvak is een damwand aangebracht. De damwand steek iets boven het achterliggende maaiveld uit (circa 0,5 m). Het achterland ligt hoog en loopt niet af. Het maaiveld in het achterland ligt op circa NAP +3,25 m. Er is geen teensloot aanwezig.

Toelichting STBI
Een representatief dwarsprofiel voor het betreffende dijkvak is opgenomen in figuur B7.10.

Op basis van de geometrische kenmerken is de verwachting dat het dijkvak het oordeel voldoende toegekend krijgt.

Toelichting STPH
Met het zeer beperkte verval over de waterkering en de afwezigheid van een teensloot volgt naar verwachting dat de situatie voldoet.

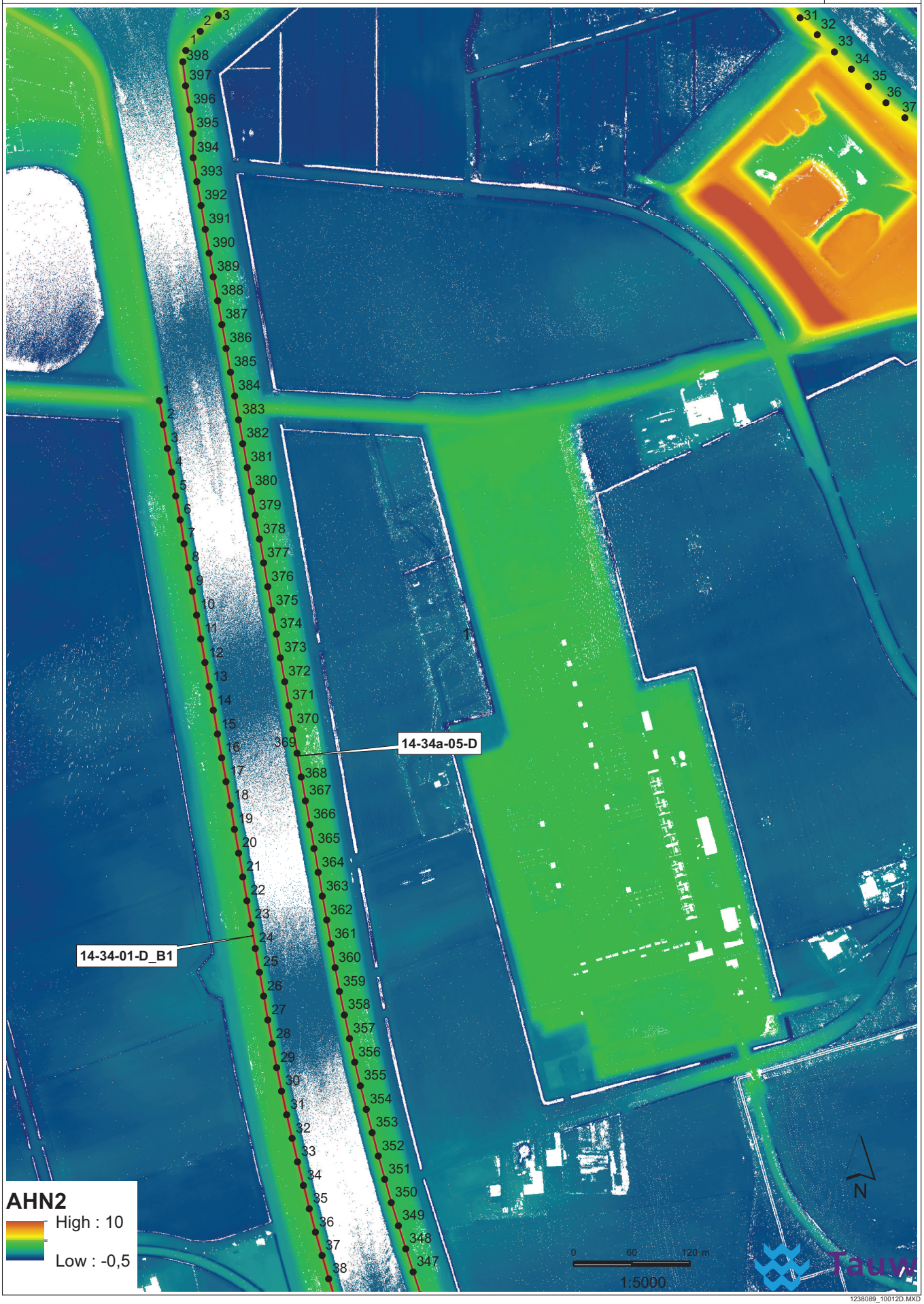


Figuur B7.10: Representatief dwarsprofiel STBI en STPH

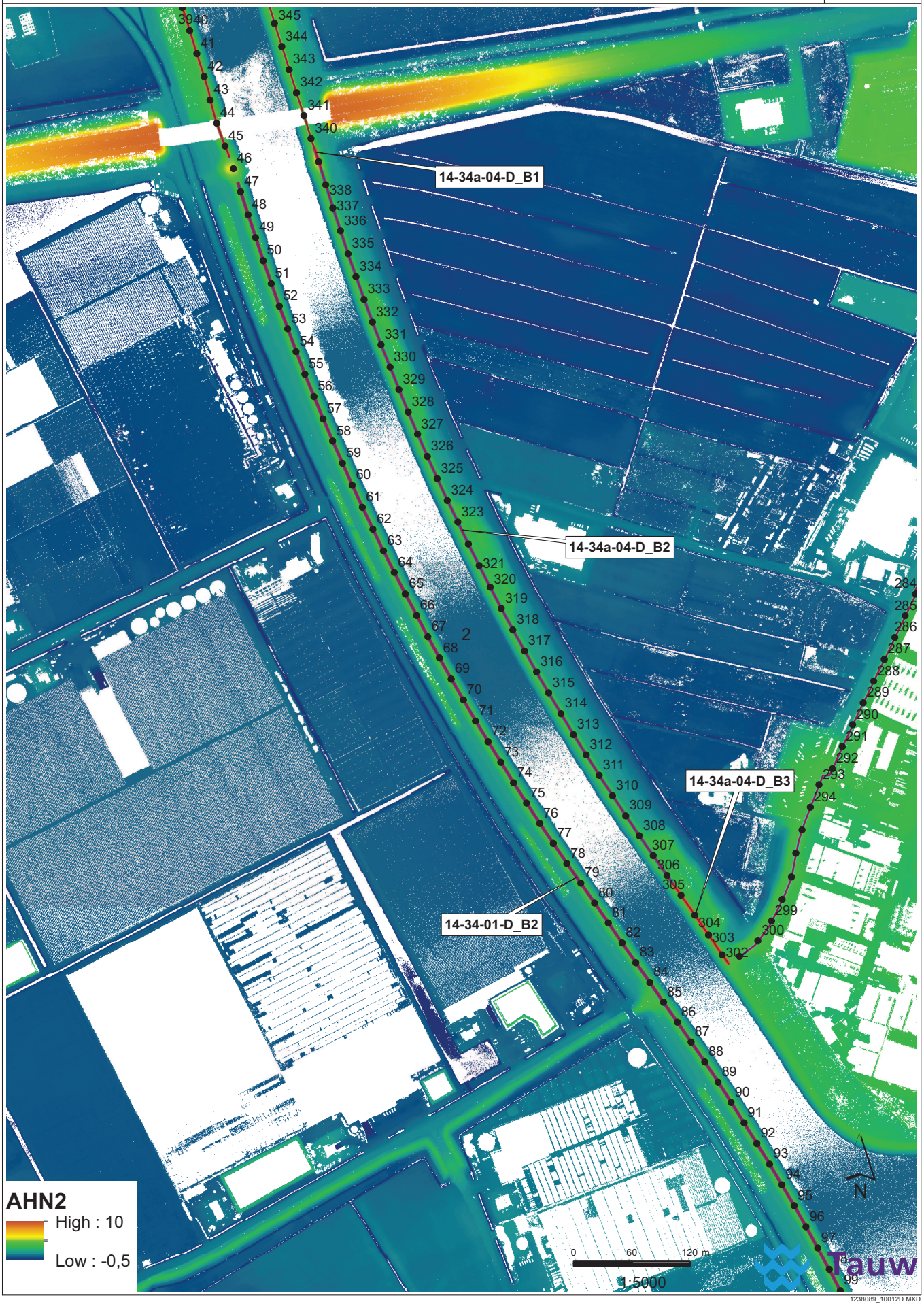
Bijlage 8 - Dwarsprofiellocaties

profielpunten per dijkvak

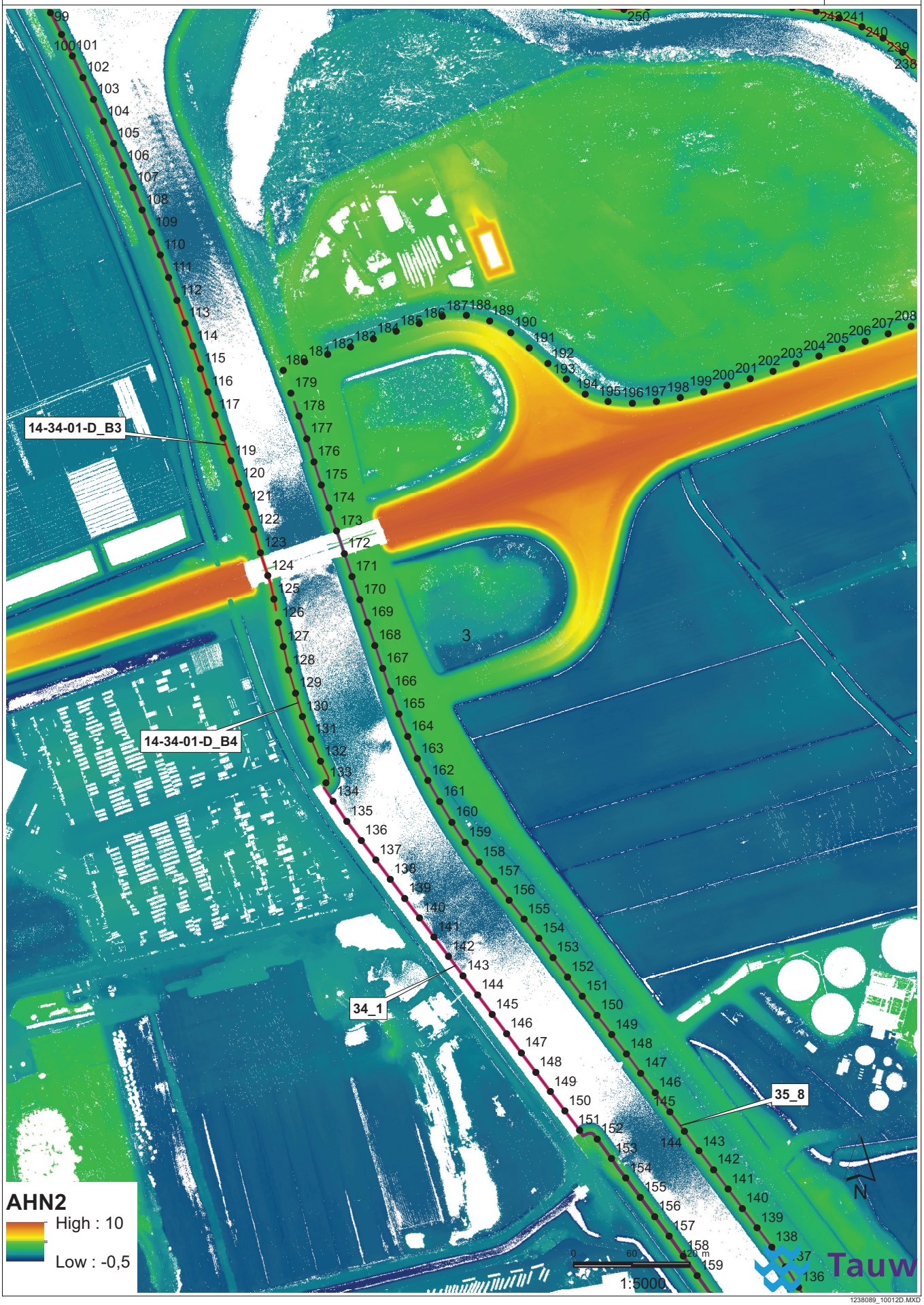
1

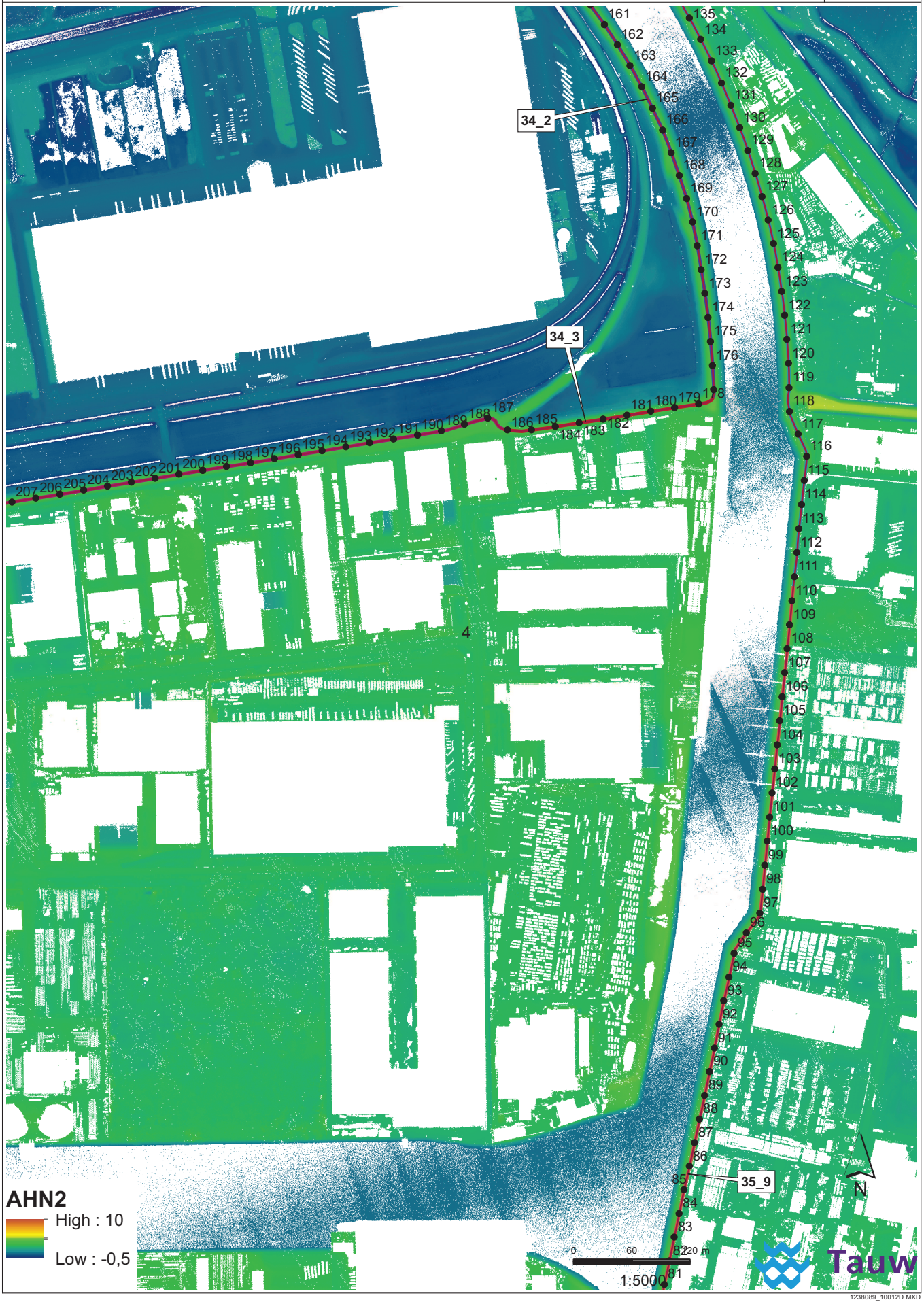


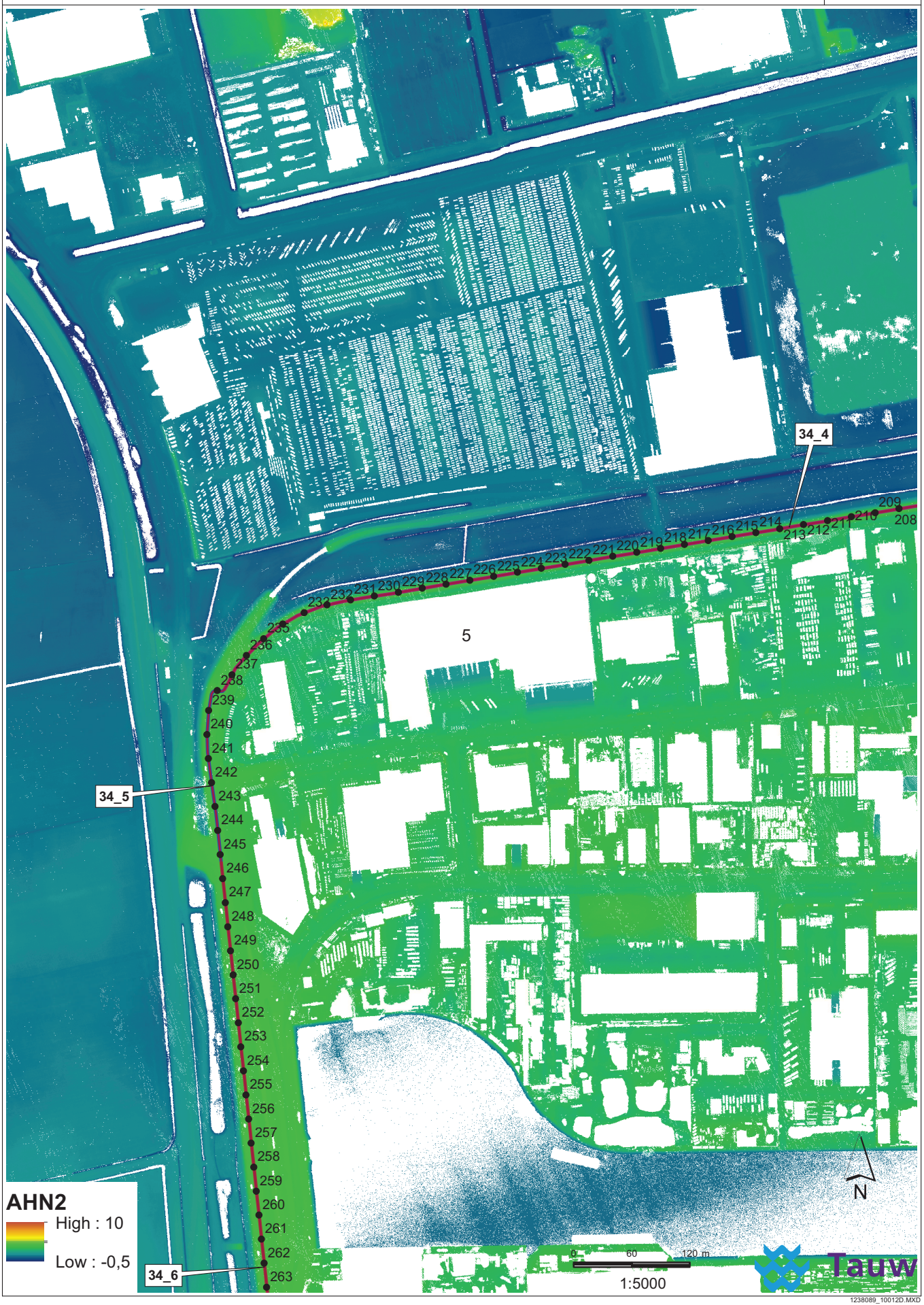
1238089_10012D.MXD



1238089_10012D.MXD


14-34-01-D_B3
14-34-01-D_B4
34_1
35_8
3
AHN2
High : 10
Low : -0,5
0 60 120 m
1:5000
N
Tauw

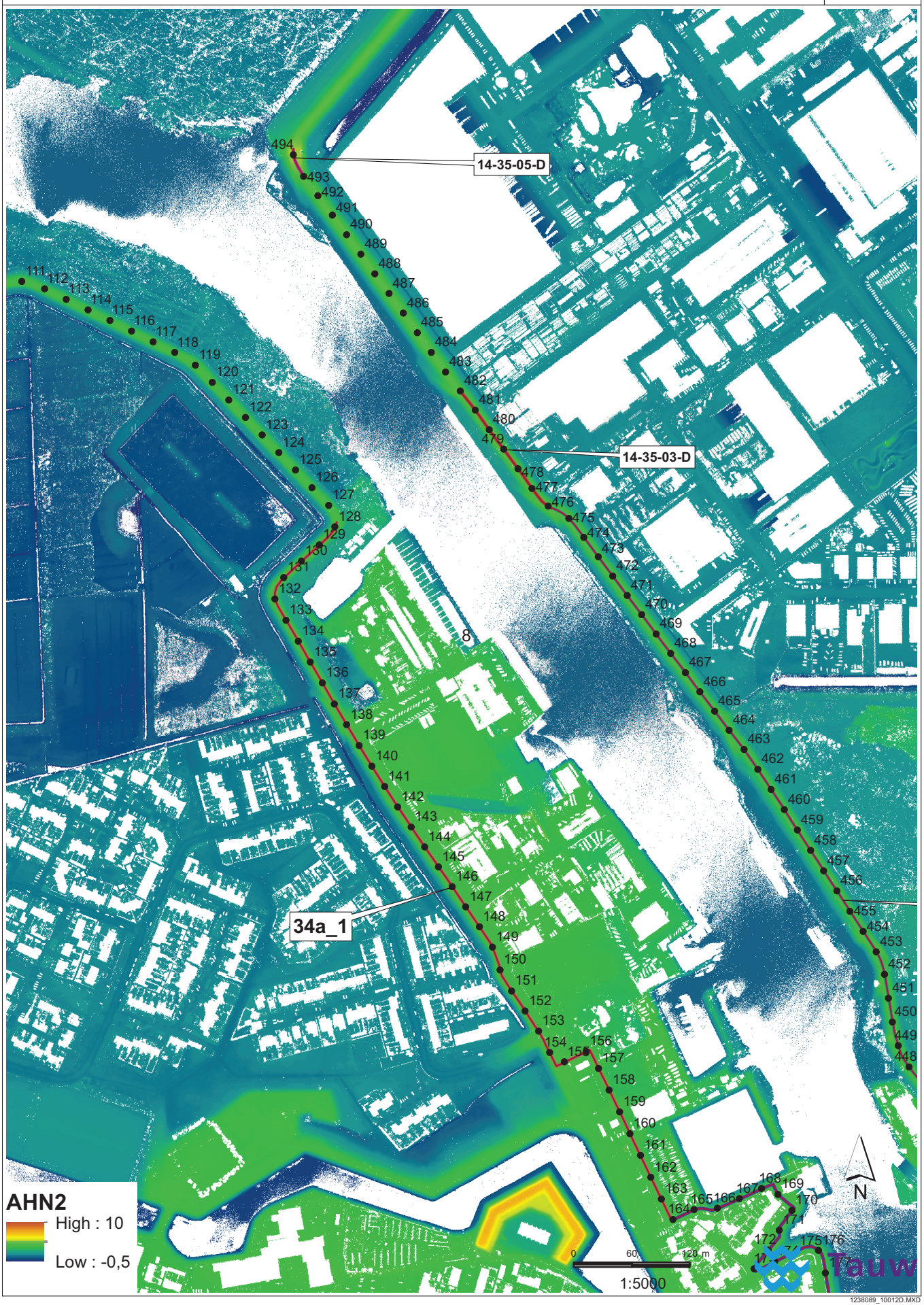

34_2
34_3
35_9
4
AHN2
High : 10
Low : -0,5
0 60 120 m
1:5000
N
Tauw

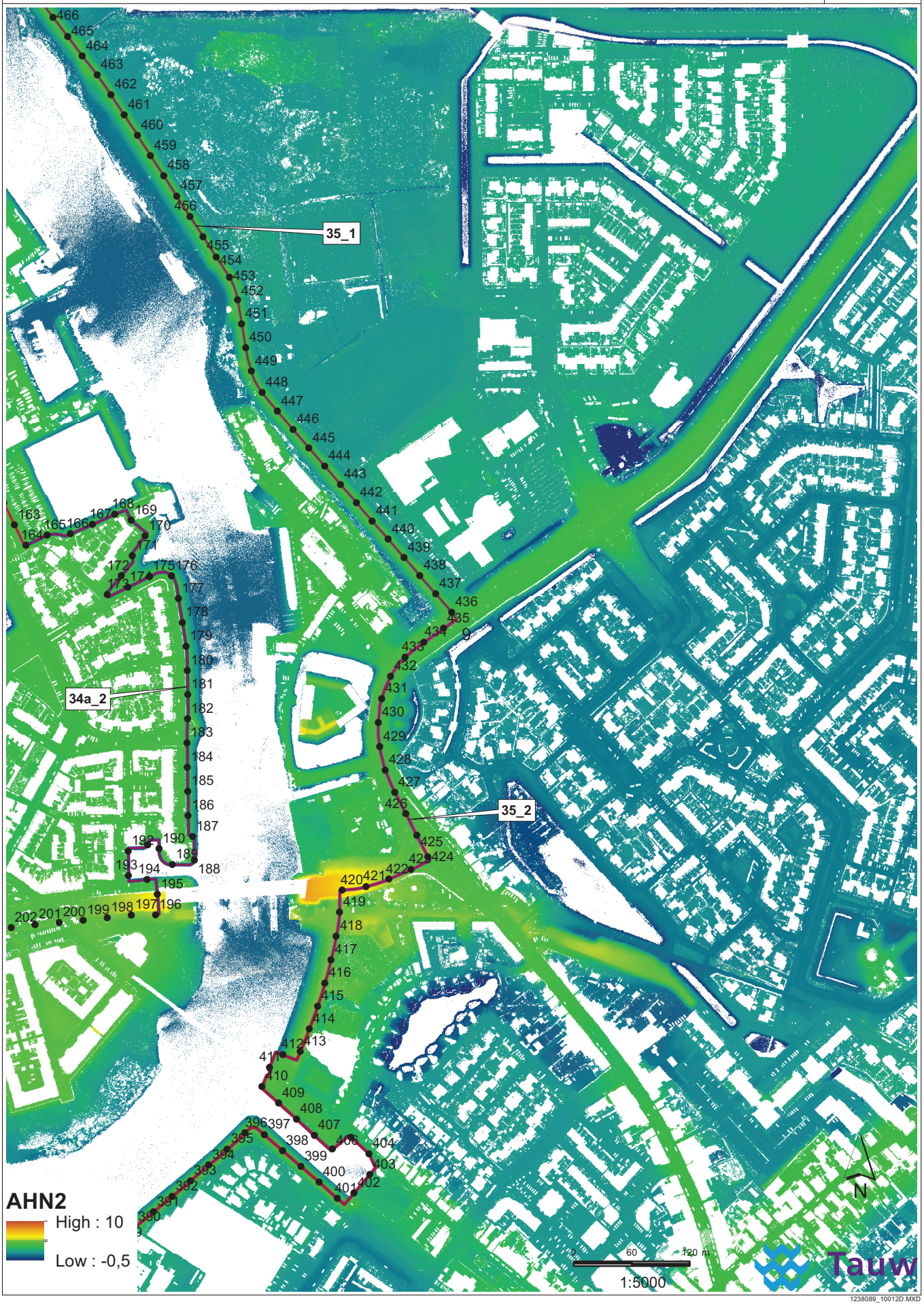


1238089_10012D.MXD

1238089_10012D.MXD

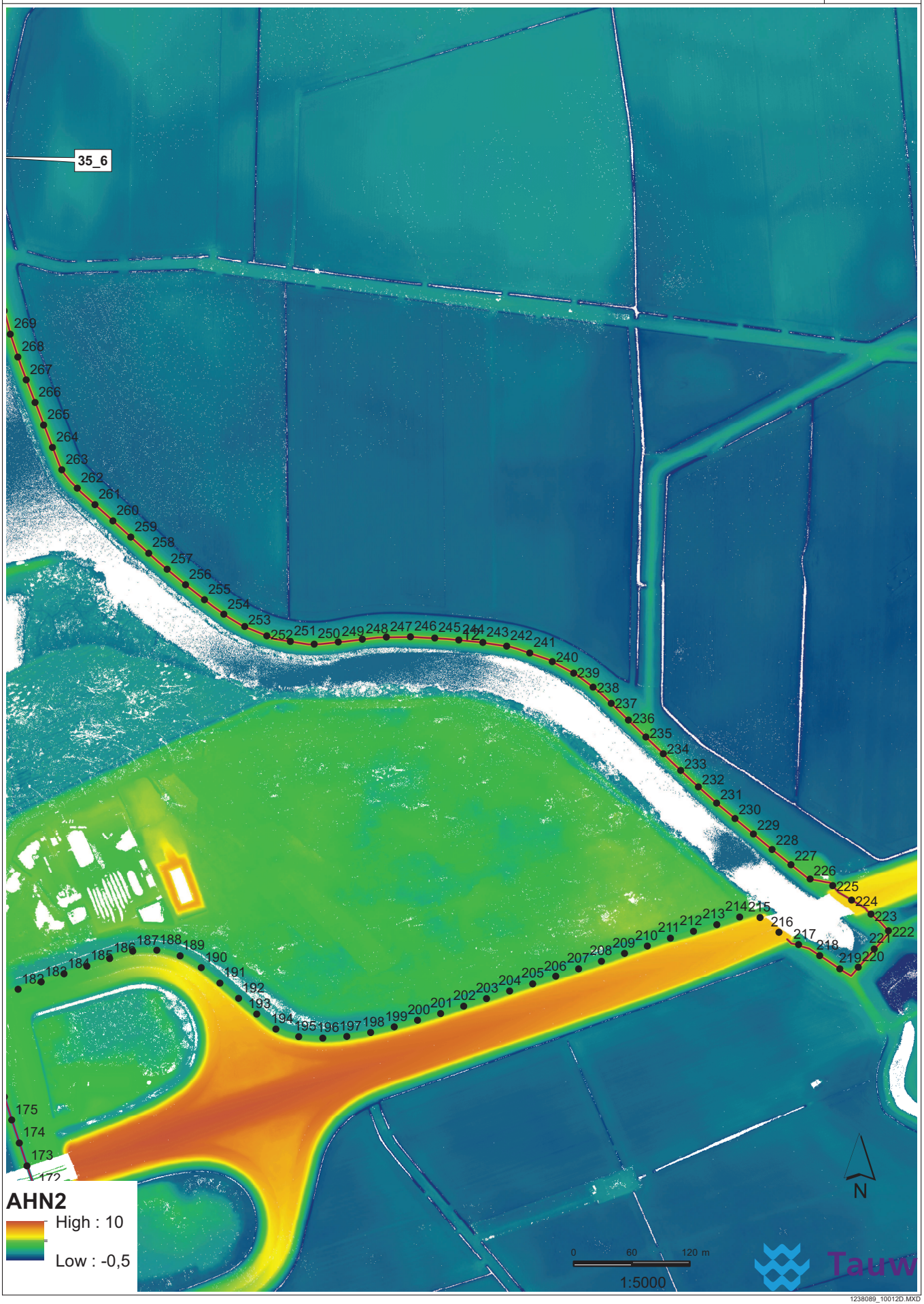
34_8
35_10
34_9
AHN2
High : 10
Low : -0,5
N
0 60 120 m
1:5000
Tauw


14-35-05-D
14-35-03-D
34a_1
8
AHN2
High : 10
Low : -0,5
0
60
120 m
1:5000
N
Tauw

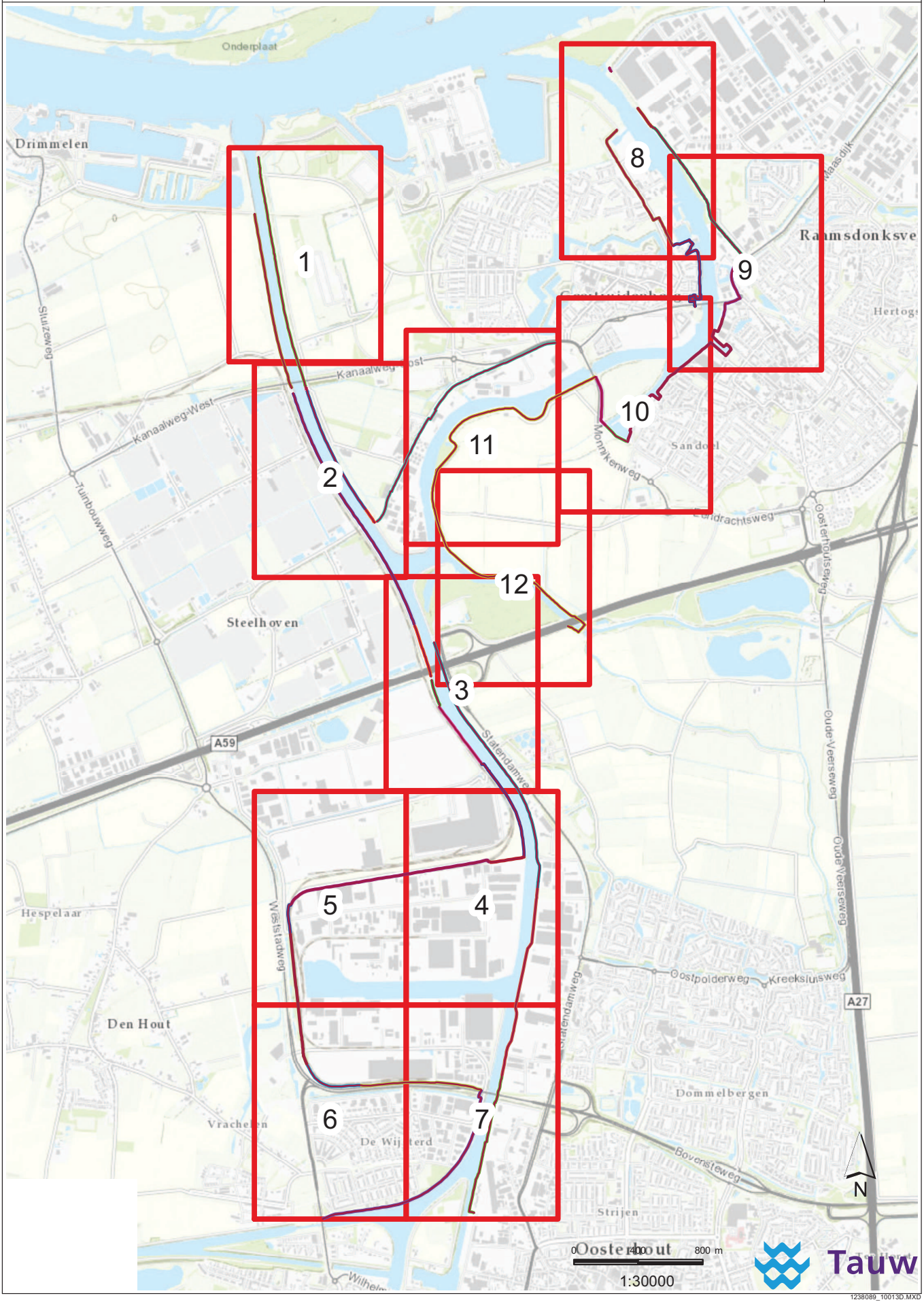

35_1
34a_2
35_2
AHN2
High : 10
Low : -0,5
N
60
120 m
1:5000
Tauw

35_3
35_4
35_5
10
AHN2
High : 10
Low : -0,5
N
0
60
120 m
1:5000
Tauw

1238089_10012D.MXD


35_6
AHN2
High : 10
Low : -0,5
N
0 60 120 m
1:5000
Tauw

Overzicht kaartbladen profielpunten per dijkvak



Bijlage

2

Kostenraming Alternatief 1: Aanleg DKM en afwaardering kering

Project: Naam project - Projectnr: Projectnummer - Opdr.gever: Naam opdrachtgever
Versie raming: Versienummer - Status: Concept - Opgesteld door: Naam kostenramer

Prijspeil raming: 01-01-14
Datum raming: 01-01-15

Samenvatting LCC en deelramingen

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Deelramingen	Geactiveerd	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Project-kosten	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Project-kosten	Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten
		Looptijd 2 jaar	Looptijd 102 jaar	Looptijd 102 jaar	Looptijd 2 jaar	Looptijd 102 jaar	Looptijd 102 jaar	Looptijd 102 jaar
		Projectkosten			Projectkosten (contante waarde) met 2,5% over 102 jaar			Niet gekapitaliseerd
Deelraming Gemaal	Ja	€ 20.207.000	€ 16.000.000	**€ 36.207.000**	€ 19.960.573	€ 4.896.598	**€ 24.857.171**	€ 156.863 [€/jaar]
Deelraming DKM	Ja	€ 27.401.324	€ 29.203.859	**€ 56.605.183**	€ 27.067.161	€ 9.660.735	**€ 36.727.896**	€ 286.312 [€/jaar]
Deelraming Regionale keringen	Ja	€ 3.150.000	€ 6.871.000	**€ 10.021.000**	€ 3.150.000	€ 4.984.363	**€ 8.134.363**	€ 67.363 [€/jaar]
Objectoverstijgende risico's	Ja	€ 7.613.749	€ 5.207.486	**€ 12.821.235**	€ 7.526.660	€ 1.954.170	**€ 9.480.830**	€ 51.054 [€/jaar]
Scheefte		€ -	€ -	**€ -**	€ -	€ -	**€ -**	€ - [€/jaar]
BTW	Ja	€ 12.258.135	€ 12.012.635	**€ 24.270.771**	€ 12.117.923	€ 4.507.881	**€ 16.625.804**	€ 117.934 [€/jaar]
Projectkosten inclusief BTW		**€ 70.630.208**	**€ 69.294.981**	**€ 139.925.188**	**€ 69.822.318**	**€ 26.003.747**	**€ 95.826.065**	**€ 679.526 [€/jaar]**
				Ok	*Ok*	*Ok*	*Ok*	

Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten (toekomstige situatie) over 102 jaar	**€ 679.526**	**[€/jaar]**
Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten (huidige situatie) over 102 jaar	**€ -**	**[€/jaar]**
Verschil gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten	**€ (679.526)**	**[€/jaar]**

Project: Naam project - Projectnr: Projectnummer - Opdr.gever: Naam opdrachtgever *Prijspeil raming: 01-01-14*
Versie raming: Versienummer - Status: Concept - Opgesteld door: Naam kostenramer *Datum raming: 01-01-15*

Samenvatting SSK

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Kostengroepen / *Kostencategorieën*	*Directe kosten Benoemd*	*Directe kosten Nader te detailleren*	*Indirecte kosten*	*Voorziene kosten*	*Risicoreservering*	*Totaal*
Investeringskosten (indeling naar categorie):						
Bouwkosten Deelraming Gemaal	€ 16.700.000	€ -	€ -	€ 16.700.000	€ -	€ 16.700.000
Bouwkosten Deelraming DKM	€ 27.401.324	€ -	€ -	€ 27.401.324	€ -	€ 27.401.324
Bouwkosten Deelraming Regionale keringen	€ 3.150.000	€ -	€ -	€ 3.150.000	€ -	€ 3.150.000
Bouwkosten	€ 47.251.324	€ -	€ -	€ 47.251.324	€ -	€ 47.251.324
Vastgoedkosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Engineeringskosten Deelraming Gemaal	€ 3.507.000	€ -	€ -	€ 3.507.000	€ -	€ 3.507.000
Engineeringskosten Deelraming DKM	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Engineeringskosten Deelraming Regionale keringen	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Engineeringskosten	€ 3.507.000	€ -	€ -	€ 3.507.000	€ -	€ 3.507.000
Overige bijkomende kosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Subtotaal investeringskosten	**€ 50.758.324**	**€ -**	**€ -**	**€ 50.758.324**	**€ -**	**€ 50.758.324**
Objectoverstijgende risico's					€ 7.613.749	€ 7.613.749
Investeringskosten deterministisch	**€ 50.758.324**	**€ -**	**€ -**	**€ 50.758.324**	**€ 7.613.749**	**€ 58.372.073**
Scheefte					€ -	€ -
Investeringskosten exclusief BTW				**€ 50.758.324**	**€ 7.613.749**	**€ 58.372.073**
BTW				€ 10.659.248	€ 1.598.887	€ 12.258.135
Investeringskosten inclusief BTW				**€ 61.417.572**	**€ 9.212.636**	**€ 70.630.208**
Investeringskosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 2,5% en looptijd van 2 jaar						**€ 69.822.318**
Bandbreedte : met 70% zekerheid liggen de investeringskosten inclusief BTW tussen				*€ -*	*en*	*€ -*
Variatiecoëfficiënt					*-*	
Levensduurkosten:						
Levensduurkosten Deelraming Gemaal	€ 16.000.000	€ -	€ -	€ 16.000.000	€ -	€ 16.000.000
Levensduurkosten Deelraming DKM	€ 20.021.513	€ 2.002.151	€ 4.525.299	€ 26.548.963	€ 2.654.896	€ 29.203.859
Levensduurkosten Deelraming Regionale keringen	€ 6.871.000	€ -	€ -	€ 6.871.000	€ -	€ 6.871.000
Subtotaal levensduurkosten	**€ 42.892.513**	**€ 2.002.151**	**€ 4.525.299**	**€ 49.419.963**	**€ 2.654.896**	**€ 52.074.859**
Objectoverstijgende risico's					€ 5.207.486	€ 5.207.486
Levensduurkosten deterministisch	**€ 42.892.513**	**€ 2.002.151**	**€ 4.525.299**	**€ 49.419.963**	**€ 7.862.382**	**€ 57.282.345**
Scheefte					€ -	€ -
Levensduurkosten exclusief BTW				**€ 49.419.963**	**€ 7.862.382**	**€ 57.282.345**
BTW				€ 10.364.426	€ 1.648.209	€ 12.012.635
Levensduurkosten inclusief BTW				**€ 59.784.389**	**€ 9.510.592**	**€ 69.294.981**
Levensduurkosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 2,5% en looptijd van 102 jaar						**€ 26.003.747**
Bandbreedte : met 70% zekerheid liggen de levensduurkosten inclusief BTW tussen				*€ -*	*en*	*€ -*
Variatiecoëfficiënt					*-*	
Projectkosten inclusief BTW				**€ 121.201.961**	**€ 18.723.227**	**€ 139.925.188**
Projectkosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 2,5% en looptijd van 102 jaar						**€ 95.826.065**
Budgetvaststelling investeringskosten:						
Investeringskosten inclusief BTW				€ 61.417.572	€ 9.212.636	€ 70.630.208
Organisatiegebonden kosten		0%	€ 70.630.208	€ -		€ -
Onzekerheidsreserve (in te vullen door financier)					€ -	€ -
Reservering scope wijzigingen (in te vullen door financier)					€ -	€ -
Aan te houden risicoreservering en totaal budget investeringskosten				**€ 61.417.572**	**€ 9.212.636**	**€ 70.630.208**
Budgetvaststelling levensduurkosten:						
Levensduurkosten inclusief BTW				€ 59.784.389	€ 9.510.592	€ 69.294.981
Organisatiegebonden kosten		0%	€ 69.294.981	€ -		€ -
Onzekerheidsreserve (in te vullen door financier)					€ -	€ -
Reservering scope wijzigingen (in te vullen door financier)					€ -	€ -
Aan te houden risicoreservering en totaal budget levensduurkosten				**€ 59.784.389**	**€ 9.510.592**	**€ 69.294.981**

Bijlage

3

Kostenraming Alternatief 2 reguliere primaire versterking

Project: Naam project - Projectnr: Projectnummer - Opdr.gever: Naam opdrachtgever
Versie raming: Versienummer - Status: Concept - Opgesteld door: Naam kostenramer

Prijspeil raming: 01-01-14
Datum raming: 01-01-15

Samenvatting LCC en deelramingen

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Deelramingen	Geactiveerd	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Project-kosten	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Project-kosten	Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten
		Looptijd 3 jaar	Looptijd 54 jaar	Looptijd 54 jaar	Looptijd 3 jaar	Looptijd 54 jaar	Looptijd 54 jaar	Looptijd 54 jaar
		Projectkosten			Projectkosten (contante waarde) met 2,5% over 54 jaar			Niet gekapitaliseerd
Deelraming Primaire keringen	Ja	€ 3.730.000	€ 51.601.000	**€ 55.331.000**	€ 3.594.646	€ 29.656.719	**€ 33.251.365**	€ 955.574 [€/jaar]
Objectoverstijgende risico's	Ja	€ 559.500	€ 5.160.100	**€ 5.719.600**	€ 539.197	€ 2.965.672	**€ 3.504.869**	€ 95.557 [€/jaar]
Scheefte		€ -	€ -	**€ -**	€ -	€ -	**€ -**	€ - [€/jaar]
BTW	Ja	€ 900.795	€ 11.919.831	**€ 12.820.626**	€ 868.107	€ 6.850.702	**€ 7.718.809**	€ 220.738 [€/jaar]
Projectkosten inclusief BTW		**€ 5.190.295**	**€ 68.680.931**	**€ 73.871.226**	**€ 5.001.950**	**€ 39.473.093**	**€ 44.475.043**	**€ 1.271.869 [€/jaar]**
				Ok	*Ok*	*Ok*	*Ok*	

Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten (toekomstige situatie) over 54 jaar	**€ 1.271.869 [€/jaar]**
Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten (huidige situatie) over 54 jaar	**€ - [€/jaar]**
Verschil gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten	**€ (1.271.869) [€/jaar]**

Project: Naam project - Projectnr: Projectnummer - Opdr.gever: Naam opdrachtgever — *Prijspeil raming: 01-01-14*
Versie raming: Versienummer - Status: Concept - Opgesteld door: Naam kostenramer — *Datum raming: 01-01-15*

Samenvatting SSK

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Kostengroepen / Kostencategorieën	Directe kosten Benoemd	Directe kosten Nader te detailleren	Indirecte kosten	Voorziene kosten	Risicoreservering	Totaal
Investeringskosten (indeling naar categorie):						
Bouwkosten Deelraming Primaire keringen	€ 3.730.000	€ -	€ -	€ 3.730.000	€ -	€ 3.730.000
Bouwkosten	€ 3.730.000	€ -	€ -	€ 3.730.000	€ -	€ 3.730.000
Vastgoedkosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Engineeringskosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Overige bijkomende kosten Deelraming Primaire keringen	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Overige bijkomende kosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Subtotaal investeringskosten	**€ 3.730.000**	**€ -**	**€ -**	**€ 3.730.000**	**€ -**	**€ 3.730.000**
Objectoverstijgende risico's					€ 559.500	€ 559.500
Investeringskosten deterministisch	**€ 3.730.000**	**€ -**	**€ -**	**€ 3.730.000**	**€ 559.500**	**€ 4.289.500**
Scheefte					€ -	€ -
Investeringskosten exclusief BTW				**€ 3.730.000**	**€ 559.500**	**€ 4.289.500**
BTW				€ 783.300	€ 117.495	€ 900.795
Investeringskosten inclusief BTW				**€ 4.513.300**	**€ 676.995**	**€ 5.190.295**
Investeringskosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 2,5% en looptijd van 3 jaar						**€ 5.001.950**
Bandbreedte : met 70% zekerheid liggen de investeringskosten inclusief BTW tussen				*€ -*	*en*	*€ -*
Variatiecoëfficiënt					*-*	
Levensduurkosten:						
Subtotaal levensduurkosten	**€ 51.601.000**	**€ -**	**€ -**	**€ 51.601.000**	**€ -**	**€ 51.601.000**
Objectoverstijgende risico's					€ 5.160.100	€ 5.160.100
Levensduurkosten deterministisch	**€ 51.601.000**	**€ -**	**€ -**	**€ 51.601.000**	**€ 5.160.100**	**€ 56.761.100**
Scheefte					€ -	€ -
Levensduurkosten exclusief BTW				**€ 51.601.000**	**€ 5.160.100**	**€ 56.761.100**
BTW				€ 10.836.210	€ 1.083.621	€ 11.919.831
Levensduurkosten inclusief BTW				**€ 62.437.210**	**€ 6.243.721**	**€ 68.680.931**
Levensduurkosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 2,5% en looptijd van 54 jaar						**€ 39.473.093**
Bandbreedte : met 70% zekerheid liggen de levensduurkosten inclusief BTW tussen				*€ -*	*en*	*€ -*
Variatiecoëfficiënt					*-*	
Projectkosten inclusief BTW				**€ 66.950.510**	**€ 6.920.716**	**€ 73.871.226**
Projectkosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 2,5% en looptijd van 54 jaar						**€ 44.475.043**
Budgetvaststelling investeringskosten:						
Investeringskosten inclusief BTW				€ 4.513.300	€ 676.995	€ 5.190.295
Organisatiegebonden kosten		0%	€ 5.190.295	€ -		€ -
Onzekerheidsreserve (in te vullen door financier)					€ -	€ -
Reservering scope wijzigingen (in te vullen door financier)					€ -	€ -
Aan te houden risicoreservering en totaal budget investeringskosten				**€ 4.513.300**	**€ 676.995**	**€ 5.190.295**
Budgetvaststelling levensduurkosten:						
Levensduurkosten inclusief BTW				€ 62.437.210	€ 6.243.721	€ 68.680.931
Organisatiegebonden kosten		0%	€ 68.680.931	€ -		€ -
Onzekerheidsreserve (in te vullen door financier)					€ -	€ -
Reservering scope wijzigingen (in te vullen door financier)					€ -	€ -
Aan te houden risicoreservering en totaal budget levensduurkosten				**€ 62.437.210**	**€ 6.243.721**	**€ 68.680.931**

Bijlage

4

Kostenraming Alternatief 3: Gefaseerde aanpak

Project: Naam project - Projectnr: Projectnummer - Opdr.gever: Naam opdrachtgever
Versie raming: Versienummer - Status: Concept - Opgesteld door: Naam kostenramer

Prijspeil raming: 01-01-14
Datum raming: 01-01-15

Samenvatting LCC en deelramingen

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Deelramingen	Geactiveerd	Investerings-kosten Looptijd 14 jaar	Levensduur-kosten Looptijd 102 jaar	Project-kosten Looptijd 102 jaar	Investerings-kosten Looptijd 14 jaar	Levensduur-kosten Looptijd 102 jaar	Project-kosten Looptijd 102 jaar	Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten Looptijd 102 jaar
		Projectkosten			Projectkosten (contante waarde) met 2,5% over 102 jaar			Niet gekapitaliseerd
Deelraming Gemaal	Ja	€ 20.207.000	€ 13.544.000	**€ 33.751.000**	€ 14.841.802	€ 3.457.159	**€ 18.298.961**	€ 132.784 [€/jaar]
Deelraming DKM	Ja	€ 27.401.324	€ 25.718.654	**€ 53.119.978**	€ 20.125.947	€ 6.928.233	**€ 27.054.180**	€ 252.144 [€/jaar]
Deelraming Primaire keringen	Ja	€ 3.730.000	€ 8.691.000	**€ 12.421.000**	€ 3.594.646	€ 6.304.628	**€ 9.899.275**	€ 85.206 [€/jaar]
Objectoverstijgende risico's	Ja	€ 7.700.749	€ 4.795.365	**€ 12.496.114**	€ 5.784.359	€ 1.669.002	**€ 7.453.361**	€ 47.013 [€/jaar]
Scheefte		€ -	€ -	**€ -**	€ -	€ -	**€ -**	€ - [€/jaar]
BTW	Ja	€ 12.398.205	€ 11.062.625	**€ 23.460.830**	€ 9.312.818	€ 3.850.289	**€ 13.163.108**	€ 108.601 [€/jaar]
Projectkosten inclusief BTW		**€ 71.437.278**	**€ 63.811.645**	**€ 135.248.922**	**€ 53.659.573**	**€ 22.209.312**	**€ 75.868.884**	**€ 625.748 [€/jaar]**
				Ok	*Ok*	*Ok*	*Ok*	

Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten (toekomstige situatie) over 102 jaar	**€ 625.748 [€/jaar]**
Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten (huidige situatie) over 102 jaar	**€ - [€/jaar]**
Verschil gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten	**€ (625.748) [€/jaar]**

Project: Naam project - Projectnr: Projectnummer - Opdr.gever: Naam opdrachtgever — *Prijspeil raming: 01-01-14*
Versie raming: Versienummer - Status: Concept - Opgesteld door: Naam kostenramer — *Datum raming: 01-01-15*

Samenvatting SSK

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Kostengroepen / Kostencategorieën	Directe kosten Benoemd	Directe kosten Nader te detailleren	Indirecte kosten	Voorziene kosten	Risicoreservering	Totaal
Investeringskosten (indeling naar categorie):						
Bouwkosten Deelraming Primaire keringen	€ 3.730.000	€ -	€ -	€ 3.730.000	€ -	€ 3.730.000
Bouwkosten	€ 47.831.324	€ -	€ -	€ 47.831.324	€ -	€ 47.831.324
Vastgoedkosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Engineeringskosten Deelraming Primaire keringen	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Engineeringskosten	€ 3.507.000	€ -	€ -	€ 3.507.000	€ -	€ 3.507.000
Overige bijkomende kosten Deelraming Primaire keringen	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Overige bijkomende kosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Subtotaal investeringskosten	**€ 51.338.324**	**€ -**	**€ -**	**€ 51.338.324**	**€ -**	**€ 51.338.324**
Objectoverstijgende risico's					€ 7.700.749	€ 7.700.749
Investeringskosten deterministisch	**€ 51.338.324**	**€ -**	**€ -**	**€ 51.338.324**	**€ 7.700.749**	**€ 59.039.073**
Scheefte					€ -	€ -
Investeringskosten exclusief BTW				**€ 51.338.324**	**€ 7.700.749**	**€ 59.039.073**
BTW				€ 10.781.048	€ 1.617.157	€ 12.398.205
Investeringskosten inclusief BTW				**€ 62.119.372**	**€ 9.317.906**	**€ 71.437.278**
Investeringskosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 2,5% en looptijd van 14 jaar						**€ 53.659.573**
Bandbreedte : met 70% zekerheid liggen de investeringskosten inclusief BTW tussen				*€ -*	*en*	*€ -*
Variatiecoëfficiënt					*-*	
Levensduurkosten:						
Subtotaal levensduurkosten	**€ 39.867.134**	**€ 1.763.213**	**€ 3.985.247**	**€ 45.615.595**	**€ 2.338.059**	**€ 47.953.654**
Objectoverstijgende risico's					€ 4.795.365	€ 4.795.365
Levensduurkosten deterministisch	**€ 39.867.134**	**€ 1.763.213**	**€ 3.985.247**	**€ 45.615.595**	**€ 7.133.425**	**€ 52.749.020**
Scheefte					€ -	€ -
Levensduurkosten exclusief BTW				**€ 45.615.595**	**€ 7.133.425**	**€ 52.749.020**
BTW				€ 9.567.152	€ 1.495.473	€ 11.062.625
Levensduurkosten inclusief BTW				**€ 55.182.746**	**€ 8.628.898**	**€ 63.811.645**
Levensduurkosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 2,5% en looptijd van 102 jaar						**€ 22.209.312**
Bandbreedte : met 70% zekerheid liggen de levensduurkosten inclusief BTW tussen				*€ -*	*en*	*€ -*
Variatiecoëfficiënt					*-*	
Projectkosten inclusief BTW				**€ 117.302.118**	**€ 17.946.804**	**€ 135.248.922**
Projectkosten inclusief BTW (contante waarde), discontovoet van 2,5% en looptijd van 102 jaar						**€ 75.868.884**
Budgetvaststelling investeringskosten:						
Investeringskosten inclusief BTW				€ 62.119.372	€ 9.317.906	€ 71.437.278
Organisatiegebonden kosten		0%	€ 71.437.278	€ -		€ -
Onzekerheidsreserve (in te vullen door financier)					€ -	€ -
Reservering scope wijzigingen (in te vullen door financier)					€ -	€ -
Aan te houden risicoreservering en totaal budget investeringskosten				**€ 62.119.372**	**€ 9.317.906**	**€ 71.437.278**
Budgetvaststelling levensduurkosten:						
Levensduurkosten inclusief BTW				€ 55.182.746	€ 8.628.898	€ 63.811.645
Organisatiegebonden kosten		0%	€ 63.811.645	€ -		€ -
Onzekerheidsreserve (in te vullen door financier)					€ -	€ -
Reservering scope wijzigingen (in te vullen door financier)					€ -	€ -
Aan te houden risicoreservering en totaal budget levensduurkosten				**€ 55.182.746**	**€ 8.628.898**	**€ 63.811.645**